



Engineering progress  
Enhancing lives

# Sistemas para redes District Clima RAUTHERMEX y RAUVITHERM

Información técnica



# Índice

<b>01</b>	<b>Informaciones e indicaciones de seguridad</b>	<b>5</b>
<b>02</b>	<b>Introducción</b>	<b>7</b>
02.01	El futuro del abastecimiento de energía térmica	8
02.02	Los sistemas REHAU para redes District Clima	9
02.03	Soluciones para el abastecimiento de calefacción	10
<b>03</b>	<b>Propiedades del material de los tubos</b>	<b>11</b>
03.01	Tubo interno	11
03.01.01	Ejemplo de aplicación abastecimiento de energía térmica: Tubo interno PE-Xa SDR 11	12
03.01.02	Caso de aplicación abastecimiento de energía térmica con una resistencia a la presión mejorada: Tubo interno PE-Xa SDR 7,4	13
03.01.03	Ejemplo de aplicación agua potable: Tubo interno de PE-Xa SDR 7,4 - tubo RAUTITAN flex	13
03.01.04	Control de calidad continuo	14
03.02	RAUTHERMEX SDR 11 / SDR 7,4	15
03.02.01	Aislamiento	15
03.02.02	Cubierta exterior	16
03.02.03	Dimensiones	16
03.03	RAUVITHERM SDR 11	18
03.03.01	Aislamiento	18
03.03.02	Cubierta exterior	19
03.03.03	Dimensiones	19
<b>04</b>	<b>Técnica de unión y aislamiento posterior</b>	<b>20</b>
04.01	Técnica de unión mediante casquillo corredizo	20
04.02	Técnica de unión FUSAPEX	24
04.03	Técnica de unión roscada/por compresión	26
04.04	Sistema de manguitos con clips para RAUTHERMEX	27
04.05	Sistema de manguito exterior para RAUVITHERM y RAUTHERMEX	28
04.06	Espuma para el aislamiento de los manguitos	30
04.07	Accesorios especiales	31
04.07.01	REHAU NEXUS	31
04.07.02	Tubo bifurcado	33
04.07.03	Llave de corte enterrada	35
04.07.04	Derivaciones en T preaisladas 125 –160 (acero)	36
<b>05</b>	<b>Acometidas de fincas e introducción en viviendas</b>	<b>37</b>
05.01	Estanqueización en pasamuros	38
05.02	Estanqueización en agujeros de barrena	39
05.02.01	Anillo estanqueizante para muro y mortero de reparación	39
05.02.02	Brida estanqueizante	40
05.03	Estanqueización con respecto a vaina de apoyo de superficie rugosa	42
05.04	Estanqueización con set para entrada en vivienda	42
05.05	Acometidas prefabricadas	43
05.05.01	Codo para entrada en vivienda (rígido)	43
05.05.02	Paso dentro de tubería vacía en edificios que no tienen sótano	44
05.06	Cierres terminales	45
05.07	Dilatación/abrazaderas de punto fijo	46

<b>06</b>	<b>Proyectado y dimensionamiento de redes de calor a distancia</b>	<b>47</b>
06.01	Topologías de red de calefacción a distancia	48
06.02	Variantes de tendido	49
06.03	Dimensionamiento de la red	50
06.03.01	Determinación previa de los usuarios conectados / cálculo de la demanda de calor	51
06.03.02	Concreción de los sistemas de abastecimiento con calefacción y de depósito de inercia	51
06.03.03	Fijación del trazado y de la ubicación de la central de calefacción	52
06.03.04	Cálculo del factor de simultaneidad	52
06.03.05	Diseño generador de calor y depósito de inercia	54
06.03.06	Cálculo de los caudales volumétricos/saltos térmicos necesarios	55
06.03.07	Dimensionamiento previo de la tubería de la red de distrito / indentificación de la ruta crítica	56
06.03.08	Dimensionamiento final	58
06.03.09	Dimensionamiento de la bomba	59
06.04	Pérdidas térmicas de los tubos RAUTHERMEX y RAUVITHERM	63
06.05	Temperaturas y presiones límite	66
06.06	Cálculo de vida útil con la regla de Miner	67
06.07	Formulario de conexión a una red de District Clima	68
06.08	Formulario proyecto para una red de District Clima	68
<b>07</b>	<b>Instalación red District Clima</b>	<b>69</b>
07.01	Transporte y almacenaje	69
07.02	Métodos de instalación	71
07.02.01	Indicaciones generales	71
07.02.02	Instalación en zanja abierta	72
07.02.03	Método de entubado	72
07.02.04	Método de instalación con arado para RAUTHERMEX	72
07.02.05	Perforación horizontal dirigida para RAUTHERMEX	73
07.03	Secciones de zanja y separaciones entre tubos	75
07.03.01	Secciones de zanja	75
07.03.02	Separación con otras instalaciones	76
07.03.03	Protección de las tuberías en instalaciones especiales	76
07.04	Flexibilidad	77
07.05	Radios de curvatura y fuerzas de flexión	77
07.05.01	Radios de curvatura	77
07.05.02	Fuerzas de flexión	78
07.06	Manipulación durante la instalación	79
07.07	Situaciones de instalación especiales	82
07.08	Conexión posterior	83
07.08.01	Dispositivo de pinzado	83
07.08.02	NEXUS, collarín de toma en carga	84
07.09	Medios auxiliares para la instalación	84
07.09.01	Dispositivo desbobinador horizontal	84
07.09.02	Desbobinador vertical	84
07.09.03	Girador de tubería (tuberías DUO)	85
07.09.04	Herramienta auxiliar para el tendido STRAITA	85
07.10	Tiempos orientativos de instalación y montaje	86
<b>08</b>	<b>Indicaciones para la puesta en marcha y la operación</b>	<b>88</b>
08.01	Requisitos para agua de calefacción	88
08.01.01	Aspectos generales	88
08.01.02	Puesta en marcha	89
08.01.03	Operación, mantenimiento, reparación	90
08.01.04	Tratamiento del agua	90
08.01.05	Tomar una muestra de agua para su análisis externo en un laboratorio	90
08.01.06	Estación central de filtrado	91
08.02	Pruebas de presión y de estanqueidad	91
08.02.01	Fundamentos de la prueba de estanqueidad	91
08.02.02	Pruebas de estanqueidad con agua	91
08.02.03	Acta de la prueba de estanqueidad	92
<b>Normas y reglamentos</b>		<b>94</b>
<b>Servicio postventa REHAU</b>		<b>96</b>



La presente información técnica "Sistemas para el abastecimiento de energía RAUTHERMEX y RAUVITHERM" es válida a partir de junio de 2020.

Con su publicación quedan invalidadas la información técnica 817602 antigua (última actualización de marzo de 2014) y su complemento 817602-ERG (última actualización de enero de 2019).

Puede descargar nuestra documentación técnica actualizada desde [www.rehau.com/TI](http://www.rehau.com/TI).

Este documento está protegido mediante un copyright. Quedan reservados los derechos que se derivan de éste, en particular al traducir, reproducir, extraer ilustraciones, emitir por radio, reproducir por medios fotomecánicos o similares y almacenar en equipos de tratamiento de datos.

Todas las medidas y pesos son valores orientativos. Salvo errores o modificaciones técnicas.

# 01 Informaciones e indicaciones de seguridad

## Ámbito de validez

La presente información técnica es válida en España.

## Navegación

Al principio de la presente información técnica encontrará un índice detallado, con títulos organizados jerárquicamente y los correspondientes números de página.

## Pictogramas y logotipos



Indicación de seguridad



Nota legal



Información importante a tener en cuenta



Ventajas



Información en Internet

## Actualidad de la información técnica

Para su seguridad y para garantizar una correcta utilización de nuestros productos compruebe periódicamente si hay disponible una versión actualizada de esta información técnica. La fecha de edición de su información técnica aparece impresa abajo a la derecha en la contraportada o en el dorso de la portada. Puede solicitar la información técnica más actual a su delegado REHAU o a su distribuidor, así como descargarla en Internet, bajo la dirección

[www.rehau.es/epaper](http://www.rehau.es/epaper)

## Uso previsto

Los sistemas de tubos REHAU se deben proyectar, montar y operar siempre tal y como está descrito en la presente información técnica, así como en las instrucciones de montaje de sus componentes individuales. Cualquier otro uso es contrario a su finalidad y, por lo tanto, no está permitido. Para obtener un asesoramiento detallado diríjase a su delegado REHAU.

La utilización conforme al uso previsto incluye la observancia de todas las indicaciones contenidas tanto en la presente información técnica como en las instrucciones de montaje, manejo y mantenimiento. No asumimos ninguna responsabilidad por el uso indebido ni por las modificaciones no autorizadas en el producto, así como tampoco por cualquiera de las consecuencias que se deriven de estas actuaciones.

## Indicaciones de seguridad e Instrucciones de manejo

- Por su propia seguridad y por la de los demás, lea antes de iniciar el montaje detenida e íntegramente las indicaciones de seguridad y las instrucciones de manejo.
- Conserve las instrucciones de manejo y téngalas a mano.
- Si no ha comprendido las indicaciones de seguridad o las diferentes normas de montaje, o le resultan poco claras, diríjase a su delegado REHAU.
- La no observancia de las informaciones/instrucciones sobre seguridad puede causar daños materiales y personales.

Observe las normas de colocación, instalación, prevención de accidentes y seguridad, tanto nacionales como internacionales, aplicables al montaje de instalaciones realizadas con tubos, así como las indicaciones contenidas en la presente información técnica.

Observar asimismo las leyes, normas, reglamentos y directrices (p.ej. UNE, DIN, EN, ISO, DVGW, TRGI, VDE y VDI) vigentes, así como las normas sobre protección del medio ambiente, las disposiciones de las mutualidades laborales y las normas de las compañías suministradoras. Tener en cuenta siempre la versión actual de los reglamentos, las directrices y las normas.

Las instrucciones de proyectado y montaje están directamente relacionadas con el producto REHAU respectivo. Se remite de forma extractada a reglamentos y normas de aplicación general. Asimismo se deberán respetar las normas, reglamentos y directrices no contempladas en la presente información técnica relativas al proyectado, la instalación y la operación de instalaciones de agua potable o de calefacción e instalaciones técnicas de edificios.

Los campos de aplicación no contemplados en la presente información técnica (aplicaciones especiales) deben ser consultados previamente a nuestro Departamento Técnico.

Para obtener un asesoramiento detallado diríjase a su delegado REHAU.

### **Prerrequisitos que debe cumplir el personal**

- Confíe el montaje de nuestros sistemas exclusivamente a personal autorizado y formado.
- Las intervenciones en instalaciones eléctricas o partes de cableado deberán ser realizadas solamente por personal autorizado y dotado de la formación pertinente.

### **Medidas de precaución de carácter general**

- Mantenga limpio el lugar donde vaya a realizar la instalación y retire cualquier objeto que pueda obstaculizar el trabajo.
- Procure una iluminación suficiente en su puesto de trabajo.
- Mantenga a los niños y a los animales domésticos, así como a las personas no autorizadas, alejadas de las herramientas y los puestos de montaje. Esto rige en especial en el caso de la rehabilitación de zonas habitadas de viviendas.
- Utilice exclusivamente los componentes previstos para el sistema REHAU instalado en cada caso. La utilización de componentes de otros sistemas o de herramientas no pertenecientes al respectivo sistema de instalación REHAU puede dar lugar a accidentes u otros tipos de riesgos.

### **Indumentaria de trabajo**

- Lleve gafas protectoras, una vestimenta de trabajo adecuada, calzado de seguridad, casco protector y, si tiene el cabello largo, cúbrase.
- No lleve prendas holgadas ni adornos personales, porque pueden resultar atrapados por piezas en movimiento.

### **Durante el montaje**

- Lea y siga siempre las instrucciones de manejo correspondientes a la herramienta de montaje REHAU utilizada.
- El manejo incorrecto de las herramientas puede causar heridas de corte graves, aplastamientos o seccionamiento de miembros.
- El manejo incorrecto de las herramientas puede dañar los componentes de unión o provocar que las uniones pierdan.
- Las tenazas para tubo de REHAU tienen un filo cortante. Almacene y maneje las tenazas para tubo REHAU de forma que no representen un riesgo de accidente.
- Al cortar los tubos a la medida respete la distancia de seguridad entre la mano de sujeción y la herramienta de corte.
- Durante la operación de corte no introduzca nunca los dedos dentro del radio de acción de la herramienta de corte o de piezas móviles.
- Una vez completada la operación de abocardado, el extremo ensanchado del tubo recupera su forma original (efecto memoria). Durante esta fase no introduzca objetos extraños en el extremo ensanchado del tubo.

- Durante la operación de presionado no introduzca nunca los dedos en la zona de compresión de la herramienta ni en las partes móviles.
- Hasta que se complete la operación de presionado el accesorio puede caerse del tubo. ¡Peligro de lesiones!
- Durante los trabajos de cuidado o modificación de la configuración o el equipamiento, así como cada vez que cambie de emplazamiento de montaje, desenchufe por principio la clavija de red de la herramienta y asegúrela contra reconexiones accidentales.

### **Parámetros operativos**

- Cuando se rebasan los parámetros operativos, los tubos y las conexiones quedan sometidos a un sobreesfuerzo. Por esta razón no está permitido superar los parámetros operativos.
- Asegurar el cumplimiento de los parámetros operativos mediante dispositivos de seguridad y regulación (p. ej. reductores de presión, válvulas de seguridad y similares).

### **Indicaciones de seguridad específicas del sistema**

- Desbarbe o elimine las aristas vivas de los manguitos aislantes, con el fin de prevenir posibles lesiones.
- Cuando se trabaje con espuma PUR para manguitos (componentes polioliol e isocianato) hay que observar las hojas de datos de seguridad y llevar siempre guantes de protección resistentes a los productos químicos, así como gafas protectoras.
- Para cortar o lijar espuma rígida de PUR se deberá llevar una mascarilla.
- Al soldar manguitos electrosoldables y espumas PUR para manguitos el componente se calienta.
- Cuando se trabaja con correas para fijar los tubos existe riesgo de magulladura. No introduzca las manos en las zonas de peligro.

## 02 Introducción



Fuente de la imagen: Naturstrom AG

### La calefacción del mañana: ecológica, económica y eficiente

Se ha anunciado la "transición de los sistemas de calefacción". Los generadores de calor ineficientes con fuentes de origen fósil en viviendas aisladas son sustituidos progresivamente por soluciones combinadas eficientes, respetuosas con el medio ambiente y económicas. Para muchos edificios residenciales en barrios - tanto de obra nueva como antiguos - resulta razonable prever un abastecimiento con energía térmica colectivo, porque así el calor renovable, en particular, puede captarse y suministrarse de forma más rentable que con soluciones individuales descentralizadas. Los edificios abastecidos están conectados a la central de calefacción común a través de una red de District Clima.

La legislación marco hace que estas soluciones puedan realizarse de forma económicamente ventajosa. Y además, hay una serie de programas de financiación estatales y autonómicas que favorecen la aplicación de estas soluciones.



Las redes de District Clima con sistemas de tuberías poliméricas REHAU ofrecen una serie de ventajas con respecto a los sistemas de tuberías metálicas. Beneficiarse del know how de REHAU. Puede ampliar información en:

[www.rehau.es/district-clima](http://www.rehau.es/district-clima)

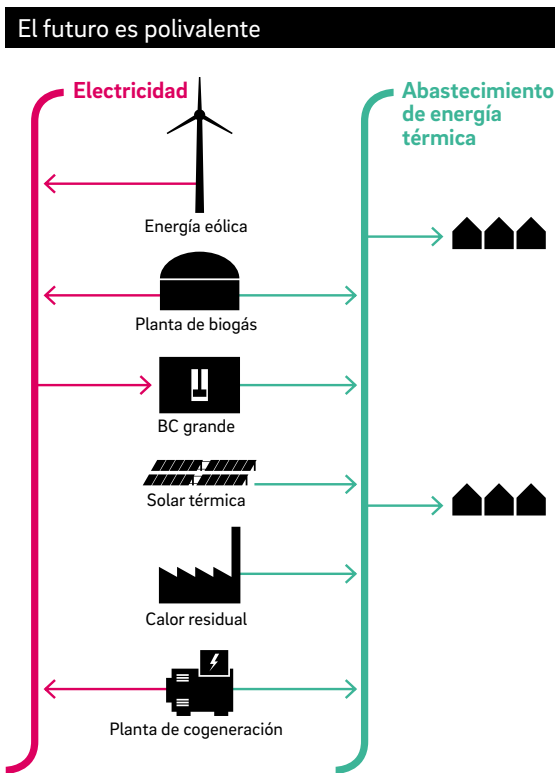


## 02.01 El futuro del abastecimiento de energía térmica

### Soluciones de calefacción colectiva polivalentes con sistemas de tuberías de abastecimiento de energía térmica

#### ¿Por qué soluciones de District Climate

- "Solución de calefacción colectiva" significa: La agrupación de varios consumidores, que son abastecidos conjuntamente
- "Polivalente" significa: Frente a la calefacción individual, una combinación adecuada de diversas fuentes de energía para climatizar.
- El beneficio: Son mucho más eficientes, económicas y ecológicas que la suma de muchos sistemas individuales.

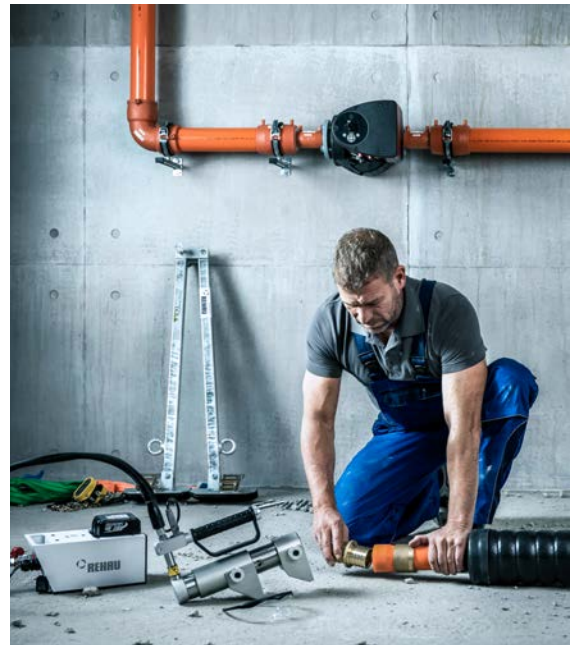


#### ¿Qué diferencia hay entre el abastecimiento de energía térmica y la calefacción urbana?

Las redes de calefacción urbana abastecen generalmente zonas amplias y la energía es transportada cubriendo grandes distancias. Las redes de District Climate son distintas. Se distinguen por sus recorridos cortos, por un número notablemente menor de consumidores y por ser comparativamente pequeñas y compactas. Cerca del consumidor. Su potencia de conexión y otros indicadores técnicos son también distintos:

	Abastecimiento de energía térmica	Calefacción urbana
Potencia	< 1 – 2 MWth	> 1 – 2 MWth
Temperatura en la impulsión	≤ 80 – 90 °C	≥ 80 – 90 °C
Presión	≤ 6 – 8 bar	> 8 bar
Dimensión de la tubería	≤ DN 100	> DN 100

Independientemente de esta diferenciación orientativa entre el abastecimiento de energía térmica y la calefacción urbana, cuando se trata de un abastecimiento de energía térmica por medio de tuberías se habla a menudo exclusivamente de District Climate.



Información adicional y siempre actualizada sobre los temas

- Referencias
- Rentabilidad
- Servicios
- Flexibilidad
- Eventos
- Seguridad
- Eficiencia de la red

así como otros documentos (instrucciones de montaje, listas de precios, etc.) en formato electrónico pueden encontrarse en línea en [www.rehau.es/epaper](http://www.rehau.es/epaper).





## 02.02 Los sistemas REHAU para redes District Clima

Este futuro del abastecimiento sostenible de energía térmica puede hacerse realidad con las soluciones de calefacción colectiva para abastecimiento de energía térmica de REHAU.

La presente información técnica es válida para el proyectado, la colocación y el uso de los sistemas de tuberías preaisladas RAUVITHERM y RAUTHERMEX.

Aplicaciones:

- abastecimiento de calor a distancia y la calefacción urbana
- abastecimiento de agua potable y ACS
- redes para refrigeración
- industria y el sector agropecuario
- conexión de bombas de calor aire-agua
- tuberías de conexión de instalaciones geotérmicas

Componentes del sistema:



Fig. 02-1 RAUTHERMEX



Fig. 02-2 RAUVITHERM



Fig. 02-3 Técnica de casquillos corredizos



Fig. 02-4 Técnica de soldadura FUSAPEX



Fig. 02-5 Sistema de manguitos con clips



Fig. 02-6 Sistema de manguito exterior



Fig. 02-7 Collarín de toma en carga NEXUS



Fig. 02-8 Soluciones para acometidas de fincas, p. ej. brida estanqueizante para muros

## 02.03 Soluciones para el abastecimiento de calefacción

### RAUVITHERM – La solución especialmente flexible

RAUVITHERM es un sistema de tubería con una flexibilidad máxima, aunada con una resistencia mecánica muy elevada, gracias a las múltiples capas de espuma blanda aislante y a la cubierta exterior corrugada especialmente resistente. Esto permite realizar tanto conexiones extraordinariamente complejas a redes de calor a distancia como también conexiones a redes de este tipo cuando el espacio disponible es reducido.



Sistema RAUVITHERM

#### Características del sistema

- Sistema de tubo deslizante estanco longitudinalmente gracias a la soldadura entre la cubierta integral y la capa de aislante superior
- La cubierta exterior perfilada le dota de flexibilidad, con unas fuerzas de flexión y unos radios de curvatura reducidos
- Revestimiento integral robusto y apto para el manipulado en la obra
- Elevado aislamiento térmico gracias a la estructura multicapa y a la reducida conductividad térmica de las capas de aislamiento
- Elevada seguridad operativa gracias a la resistencia a la corrosión de los materiales empleados
- Los largos de bobina de hasta 300 m, combinados con unas herramientas probadas en la práctica, reducen el uso de manguitos de unión y garantizan unos altos rendimientos de colocación
- Gama completa de tubos y accesorios:
  - tuberías UNO (diámetros de tubo de hasta 125 mm)
  - tuberías DUO (diámetros de tubo de hasta 2 x 63 mm)

### RAUTHERMEX – La solución especialmente eficiente a nivel energético

Las excelentes propiedades de aislamiento térmico del aislamiento de espuma de poliuretano y la cubierta exterior corrugada convierten a RAUTHERMEX en un sistema que mantiene particularmente reducidas las pérdidas durante el transporte del calor, sin que ello vaya en detrimento de una gran flexibilidad.



Sistema RAUTHERMEX

#### Características del sistema

- Máximo aislamiento térmico dentro de su clase, gracias a la tecnología de proceso especial, a la espuma de PU de poro cerrado y al espesor adicional de aislamiento
- Los largos de bobina de hasta 570 m permiten realizar trazados muy largos sin tener que recurrir a manguitos de unión
- No son necesarios cojines de dilatación ni liras para la colocación
- De gran durabilidad gracias a los materiales resistentes a la corrosión, al aislamiento posterior estanco al agua y al sistema de tubería estanca longitudinalmente
- Gama completa de tubos y accesorios:
  - tuberías UNO (diámetros de tubo de hasta 160 mm)
  - tuberías DUO (diámetros de tubo de hasta 2 x 75 mm)

## 03 Propiedades del material de los tubos

### 03.01 Tubo interno

El tubo interno, que transporta agua, de RAUVITHERM y RAUTHERMEX está hecho en polietileno reticulado a alta presión PE-Xa. Los tubos internos han sido reticulados bajo alta presión y temperatura mediante la adición de peróxido durante su fabricación. En el transcurso de este proceso las macromoléculas se enlazan entre sí de modo que forman una red tridimensional estable. Los tubos de PE-Xa se fabrican en conformidad con las normas UNE EN ISO 15875 y DIN 16892 / 16893 para los niveles de presión SDR 11 y SDR 7,4 (según W 544 y W 270 de DVGW y las directrices KTW de BGA). Además el tubo interno REHAU para aplicaciones de District Clima cumple también con los requisitos de la norma EN 15632 1-3.



- Resistencia química muy elevada (DIN 8075, Anexo 1)
- Rugosidad muy reducida ( $k = 0,007$  mm)
- Pérdida de carga reducida a largo plazo
- Resistencia a la corrosión prolongada
- Elevada resiliencia
- Resiste temperaturas elevadas, incluso en caso de incidencia
- Elevada resistencia a la presión
- Resistencia mecánica combinada con flexibilidad
- Excelente resistencia a las cargas puntuales

#### Datos técnicos del tubo interno

Denominación	Valor	Norma	
Densidad $\rho$	0,94 g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183	
Coef. medio de dilatación térmica lineal (0 °C – 70 °C)	$1,5 \cdot 10^{-4} / K$	–	
Conductividad térmica $\lambda$	0,35 W/m·K	Basado en ASTM C 1113	
Módulo elástico E	a 20° C	600 N/mm <sup>2</sup>	ISO 527
	a 80 °C	200 N/mm <sup>2</sup>	ISO 527
Resistencia por unidad de superficie	$10^{12} \Omega$	–	
Clase de material de construcción	B2 (inflamabilidad normal)	DIN 4102	
Rugosidad de la superficie k	0,007 mm	–	
Estanqueidad a la difusión oxígeno	a 40 °C	0,16 mg/(m <sup>2</sup> ·d)	DIN 4726
	a 80 °C	1,8 mg/(m <sup>2</sup> ·d)	

Tab. 03-1 Propiedades del material tubo interno PE-Xa



La abreviatura "SDR" significa "Standard Dimension Ratio" y describe la relación entre el diámetro exterior y el espesor de pared del tubo; ver Fig. 03-1.

En consecuencia, el número SDR sirve para caracterizar de forma indirecta la resistencia a la presión. Cuanto más bajo es el número SDR, más gruesa es la pared y, por ello, el tubo es más resistente a la presión. SDR 11 y SDR 7,4 remiten a una elevada resistencia a la presión.

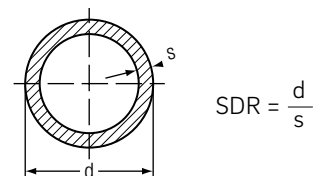


Fig. 03-1 SDR

- d Diámetro exterior [mm]
- s Espesor de pared [mm]

### 03.01.01 Ejemplo de aplicación abastecimiento de energía térmica: Tubo interno PE-Xa SDR 11

Los tubos internos para agua de calefacción de PE-Xa SDR 11 de REHAU son especialmente resistentes a las altas temperaturas y se utilizan principalmente para el transporte de agua de calefacción en circuitos cerrados. Por esta razón incorporan adicionalmente una capa barrera contra la difusión del oxígeno de EVOH según DIN 4726. Los tubos cuentan con una estabilización especial para cumplir las máximas exigencias de resistencia a las altas temperaturas impuestas por el campo de aplicación abastecimiento de energía térmica. Estos tubos son de color naranja.



Fig. 03-2 Tubo interno para abastecimiento de energía térmica SDR 11

#### Resistencia a la presión y a la temperatura

Para estos tubos internos SDR11 utilizados en los sistemas de tuberías RAUVITHERM y RAUTHERMEX, fabricados y certificados de acuerdo con los requisitos de la norma EN 15632, son aplicables las temperaturas y presiones límite señaladas en la siguiente tabla para las temperaturas continuas de funcionamiento y sus respectivos factores de seguridad. Los requisitos de ensayo de la EN 15632, notablemente más exigentes que los de las normas EN 15875 y DIN 16892 / 16893 se cumplen gracias a una mejor estabilización térmica en la formulación del material. En la tabla se indican las vidas útiles mínimas para el campo de aplicación a temperaturas de funcionamiento desde 50 °C hasta 95 °C aplicando el modelo de conversión según Arrhenius, análogo al procedimiento según las normas DIN 16892 y DIN 16893. Tab. 03-2

En la tabla se aplican, dependiendo de la temperatura de diseño, diferentes factores de seguridad (SF) referidos a la presión de funcionamiento admitida:

- Durante el funcionamiento normal a temperaturas continuas  $\leq 80$  °C se aplica un  $SF_D = 1,5$ .
- Durante el funcionamiento normal a temperaturas continuas  $> 80$  °C se aplica un  $SF_D$  reducido = 1,3.

Temperatura °C	Factor de seguridad SF	Presión máxima bares	Vida útil mínima años
50	1,5	8,7	100
55	1,5	8,2	100
60	1,5	7,8	100
65	1,5	7,3	100
70	1,5	6,9	95
75	1,5	6,6	55
80	1,5	6,3	32
85	1,3	6,9	19
90	1,3	6,3	11
95	1,3	6,3	7

Tab. 03-2 Presión máx. y vida útil mínima bajo una temperatura de servicio continua para tubos de abastecimiento de energía térmica REHAU de PE-Xa SDR 11 según EN 15632

Para los sistemas de tuberías flexibles aisladas en fábrica con tubos internos de PE-Xa rige para su uso en redes de District Clima o de calefacción urbana un requisito de vida útil mínima según la norma EN 15632. Esta norma exige una vida útil mínima de 30 años y 100 h en un denominado espectro de cargas bajo una presión nominal de 6 bar, teniendo en cuenta los factores de seguridad respectivos y los periodos de servicio a las temperaturas respectivas.

	Factor de seguridad	Temperatura	Tiempo
Temperatura de servicio	$T_D$ $SF_D = 1,5$	80 °C	29 años
Temperatura de servicio máx.	$T_{max}$ $SF_{max} = 1,3$	90 °C	7760 h
		95 °C	1000 h
Temp. en caso incidencia	$T_{mal}$ $SF_{mal} = 1,0$	100 °C	100 h

Tab. 03-3 Espectro de carga abastecimiento de energía térmica

Los tubos internos de PE-Xa para abastecimiento de energía térmica se certifican según los requisitos de la EN 15632 por el laboratorio IMA Dresden.

Si las cargas de presión y temperatura son distintas de las especificadas, se puede calcular la vida útil esperada mediante la "regla de Miner" según la norma DIN 13760 en combinación con la norma EN ISO 9080 (ver "06.06 Cálculo de la vida útil con la regla de Miner" en la página 67).

También puede consultar a nuestro departamento técnico REHAU la vida útil prevista para unas condiciones determinadas. Para ello, póngase en contacto con su interlocutor en REHAU.

### 03.01.02 Caso de aplicación abastecimiento de energía térmica con una resistencia a la presión mejorada: Tubo interno PE-Xa SDR 7,4

Aparte de los tubos internos SDR 11 se ofrecen también en el sistema REHAU RAUTHERMEX tubos internos de pared más gruesa, con un SDR 7,4. Los tubos internos del sistema "RAUTHERMEX strong para abastecimiento de energía térmica SDR 7.4" incorporan la misma estabilización térmica que los tubos internos SDR 11 descritos en el apdo. 03.01.01. Sin embargo, debido al mayor grosor de la pared, presentan una mayor resistencia a la presión. Estos tubos se utilizan, entre otras cosas, cuando se dan grandes diferencias de altura geodésica.

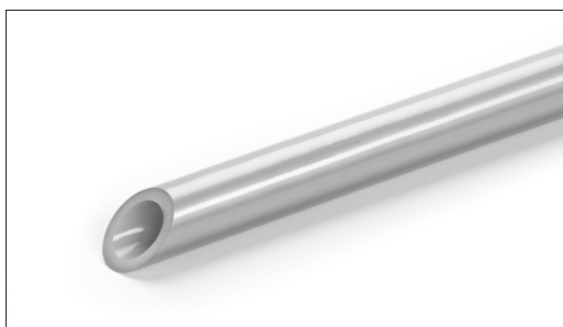


Fig. 03-3 Tubo interno SDR 7,4

Sobre solicitud podemos facilitarle informaciones sobre la resistencia a la temperatura y a la presión.



Fig. 03-4 RAUTHERMEX strong SDR 7,4

### 03.01.03 Ejemplo de aplicación agua potable: Tubo interno de PE-Xa SDR 7,4 - tubo RAUTITAN flex

El tubo interno PE-Xa SDR 7,4 se utiliza en muchos países como opción para agua potable, por ejemplo, para su uso en un generador de ACS centralizado integrado en un sistema abierto. Estos tubos se diferencian de los tubos internos para abastecimiento de energía térmica según el apdo. 03.01.01 y el apdo. 03.01.02 en cuanto a su estabilización térmica y su idoneidad para el uso con agua potable y han sido concebidos específicamente para el transporte de agua potable / agua caliente sanitaria. Se utilizan en el sistema "RAUTHERMEX para saneamiento SDR 7.4".

Para las aplicaciones de agua potable rigen los requisitos de la norma EN ISO 15875, que clasifica el uso de los tubos en diferentes clases de aplicación.

Para el suministro de agua potable rigen las clases de aplicación 1 y 2, siendo la clase 2 "Suministro de agua caliente (70 °C)" la que impone mayores requisitos de resistencia a la temperatura. Esta norma exige a estas tuberías una durabilidad de 50 años bajo las condiciones operativas siguientes:

	Factor de seguridad	Temperaturas para el ejemplo de la clase 2	Tiempo
Temp. agua fría	$T_{fria}$	$SF_{fria} = 1,25$	–
Temperatura de cálculo	$T_D$	$SF_D = 1,5$	70 °C / 49 años
Temperatura máx.	$T_{max}$	$SF_{max} = 1,3$	80 °C / 1 año
Temp. en caso incidencia	$T_{mal}$	$SF_{mal} = 1,0$	95 °C / 100 h

Tab. 03-4 Espectro de carga según EN ISO 15875 clase 2



Fig. 03-5 RAUTHERMEX para agua potable SDR 7,4

El sistema RAUTHERMEX SDR 7,4 con técnica de unión mediante casquillo corredizo REHAU ha sido ensayado hasta una presión de 10bar, según EN 15875 clase de aplicación 2.

**03.01.04 Control de calidad continuo**

La calidad del tubo interno de REHAU es controlada continuamente, tanto por los propios laboratorios acreditados de la empresa como por laboratorios externos.



Fig. 03-6 Ensayo de carga puntual



Fig. 03-8 Ensayo de presión de reventón



Fig. 03-7 Ensayo de tracción



Fig. 03-9 Prueba de fatiga con presión interior



### 03.02 RAUTHERMEX SDR 11 / SDR 7,4



Fig. 03-10 Tubería RAUTHERMEX

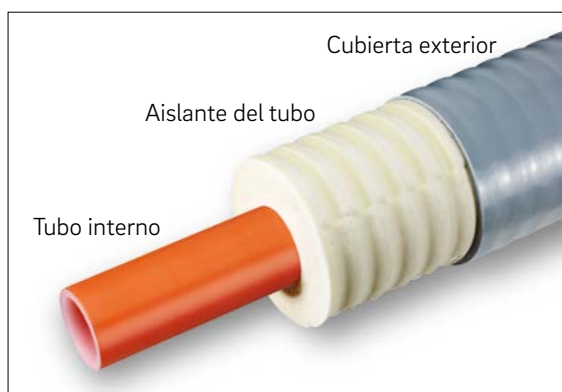


Fig. 03-11 Principales componentes del tubo RAUTHERMEX

### 03.02.01 Aislamiento

El aislamiento de los tubos RAUTHERMEX está hecho de espuma de PU. En el caso del producto en bobina el aislante se fabrica de forma continua, en el caso del producto en barras y los componentes especiales se fabrica de forma discontinua. La espuma de PU se fabrica libre de CFCs y de HCFCs.

#### RAUTHERMEX ★

Las propiedades de aislamiento térmico de los tubos RAUTHERMEX se han mejorado entre un 7 % y un 8 % en comparación con la versión anterior gracias a la mejora de la tecnología de la espuma y del proceso de espumación.

Estos tubos fabricados con la tecnología de espuma mejorada llevan un ★ en el marcado.

#### Datos técnicos del aislante de tubo

Característica		RAUTHERMEX ★	RAUTHERMEX	RAUTHERMEX para Agua Potable	Norma
Conductividad térmica $\lambda_{50, \text{inicial}}$	W/m · K	≤ 0,0199	0,0260 para sistemas rígidos	≤ 0,0234	EN 15632
GWP (Potencial de calentamiento global)		1	0,5	1	–
ODP (Potencial de agotamiento del ozono)		0	0	0	–
Densidad $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	> 50	> 50	> 50	ISO 845
Resistencia a la presión	Mpa	0,15	0,2	0,3	ISO 844
Absorción de agua	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10	EN 15632-1
Resistencia axial al cizallamiento	kPa	≥ 90	≥ 90	≥ 90	EN 15632-2
Clase de material de construcción		B2 (inflamabilidad normal)	B2 (inflamabilidad normal)	B2 (inflamabilidad normal)	DIN 4102

Tab. 03-5 Propiedades aislantes de la cubierta exterior del tubo RAUTHERMEX

### 03.02.02 Cubierta exterior

Los tubos RAUTHERMEX llevan una cubierta exterior corrugada. El corrugado mejora las propiedades de resistencia estática, incrementa la flexibilidad y hace posibles radios de curvatura más pequeños. Para aumentar la flexibilidad la cubierta exterior de los tubos RAUTHERMEX se fabrica en PE-LLD.

En todos los tubos con diámetros exteriores de 76-142 se ha optimizado el corrugado de la cubierta exterior en cuanto a la altura de las crestas, lo que ha mejorado las propiedades mecánicas en lo que respecta a las fuerzas de flexión y los radios de curvatura.

#### Datos técnicos de la cubierta exterior

Denominación	Valor	Norma
Conductividad térmica $\lambda$	0,33 W/m·K	DIN 52612
Punto de fusión cristalina	122 °C	ISO 11357-3
Densidad $\rho$	0,92 g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
Módulo elástico E	325 N/mm <sup>2</sup>	–
Clase de material de construcción	B2 (inflamabilidad normal)	DIN 4102

Tab. 03-6 Propiedades de la cubierta exterior de RAUTHERMEX

### 03.02.03 Dimensiones

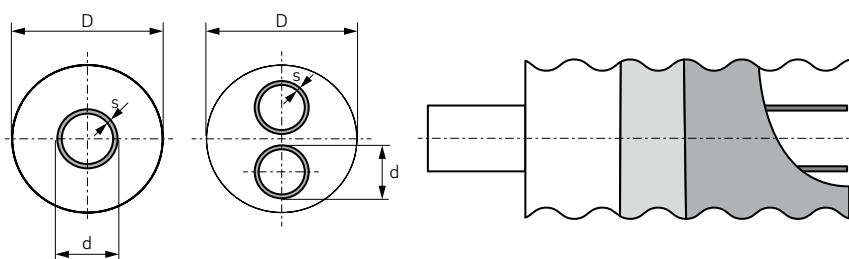


Fig. 03-12 Vista en sección RAUTHERMEX

Modelo	d	s	D <sup>2)</sup>	Volumen tubo interno	Peso	Longitud máx. de la bobina Bobina Ø 2,8 m x 1,2 m	Valor U RAUTHERMEX ★
	[mm]	[mm]	[mm]	[l/m]	[kg/m]	[m]	[W/m·K]
UNO 25/91	25	2,3	93	0,327	1,28	570	0,091
UNO 32/91	32	2,9	93	0,539	1,38	570	0,111
UNO 32/111 <sup>1)</sup>	32	2,9	113	0,539	1,69	400	0,096
UNO 40/91	40	3,7	93	0,835	1,48	570	0,138
UNO 40/126 <sup>1)</sup>	40	3,7	128	0,835	2,18	305	0,102
UNO 50/111	50	4,6	113	1,307	2,11	400	0,142
UNO 50/126 <sup>1)</sup>	50	4,6	128	1,307	2,64	305	0,126
UNO 63/126	63	5,8	128	2,075	2,86	305	0,162
UNO 63/142 <sup>1)</sup>	63	5,8	144	2,075	3,49	225	0,142
UNO 75/162	75	6,8	164	2,961	4,37	150	0,149
UNO 90/162	90	8,2	164	4,254	5,02	150	0,190
UNO 90/182 <sup>1)</sup>	90	8,2	185	4,254	5,61	86	0,162
UNO 110/162	110	10,0	164	6,362	5,78	150	0,274
UNO 110/182 <sup>1)</sup>	110	10,0	185	6,362	6,64	86	0,218
UNO 110/202 <sup>1)</sup>	110	10,0	206	6,362	7,29	75 <sup>3)</sup>	0,186
UNO 125/182	125	11,4	185	8,203	7,20	86	0,281
UNO 125/202 <sup>1)</sup>	125	11,4	206	8,203	7,85	75 <sup>3)</sup>	0,229
UNO 140/202	140	12,7	206	10,315	8,38	75 <sup>3)</sup>	0,289
UNO 160/250	160	14,6	257	13,437	14,17	barras 12 m	0,303



<b>Modelo</b>	<b>d</b> [mm]	<b>s</b> [mm]	<b>D<sup>2)</sup></b> [mm]	<b>Volumen tubo interno</b> [l/m]	<b>Peso</b> [kg/m]	<b>Longitud máx. de la bobina</b> <b>Bobina Ø 2,8 m x 1,2 m</b> [m]	<b>Valor U</b> <b>RAUTHERMEX ★</b> [W/m·K]
DUO 20 + 20/111	20	1,9	113	2 x 0,206	1,50	400	0,107
DUO 25 + 25/111	25	2,3	113	2 x 0,327	1,85	400	0,129
DUO 32 + 32/111	32	2,9	113	2 x 0,539	2,11	400	0,169
DUO 32 + 32/126 <sup>1)</sup>	32	2,9	128	2 x 0,539	2,50	305	0,143
DUO 40 + 40/126	40	3,7	128	2 x 0,835	2,75	305	0,191
DUO 40 + 40/142 <sup>1)</sup>	40	3,7	144	2 x 0,835	3,32	225	0,159
DUO 50 + 50/162	50	4,6	164	2 x 1,307	4,25	150	0,178
DUO 50 + 50/182 <sup>1)</sup>	50	4,6	185	2 x 1,307	4,90	86	0,151
DUO 63 + 63/182	63	5,8	185	2 x 2,075	5,45	86	0,213
DUO 63 + 63/202 <sup>1)</sup>	63	5,8	206	2 x 2,075	5,90	75 <sup>3)</sup>	0,178
DUO 75 + 75/202	75	6,8	206	2 x 2,961	6,70	75 <sup>3)</sup>	0,243

<sup>1)</sup> dimensiones añadidas con mayor espesor de aislante.

<sup>2)</sup> diámetro exterior máximo en la cresta del corrugado.

<sup>3)</sup> Para un diámetro exterior de 202 mm, el diámetro exterior máximo de la bobina es de 2,9 m.

Tab. 03-7 Dimensiones RAUTHERMEX, SDR 11

### 03.03 RAUVITHERM SDR 11



Fig. 03-13 Tubería RAUVITHERM

#### 03.03.01 Aislamiento

El aislamiento del tubo RAUVITHERM SDR 11 está compuesto por paneles de espuma reticulada PEX y, en el caso de los tubos DUO, adicionalmente por una pieza de espuma moldeada de PE (núcleo).



- Espuma aislante con estructura de poro muy cerrado
- Porcentaje de células cerradas  $\geq 99\%$
- Elevado índice de conducción del vapor



Fig. 03-14 Componentes principales del tubo RAUVITHERM

#### Datos técnicos del aislante de los tubos

Denominación	Valor	Norma
Conductividad térmica $\lambda_{50, inicial}$	$\leq 0,043 - 0,044$ W/m-K	EN 15632
Densidad $\rho$ espuma termoaislante	$\geq 30$ kg/m <sup>3</sup>	DIN 53420
Densidad $\rho$ del núcleo	$\leq 45$ kg/m <sup>3</sup>	-
Resistencia a la compresión	0,073 N/mm <sup>2</sup>	DIN 53577
Absorción de agua	$\leq 1\%$ -vol.	DIN 53428
Resistencia térmica de larga duración	$\geq 95$ °C	-

Tab. 03-8 Propiedades del aislante del tubo RAUVITHERM

### 03.03.02 Cubierta exterior

Los tubos RAUVITHERM poseen una cubierta exterior corrugada. El corrugado de la cubierta exterior mejora las propiedades de resistencia estática e incrementa la flexibilidad del tubo.



- Extrusionado sin costuras sobre la espuma de PEX
- Elevada resistencia mecánica, espesor de pared  $\geq 2$  mm
- Estanqueidad longitudinal según DIN 15632-2

### Datos técnicos de la cubierta exterior

Denominación	Valor	Norma
Conductividad térmica $\lambda$	0,09 W/m·K	DIN 52612
Punto de fusión cristalina	125 °C	ISO 11357-3
Densidad $\rho$	0,65 g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
Módulo elástico E	150 N/mm <sup>2</sup>	–
Clase de material de construcción	B2 (inflamabilidad normal)	DIN 4102

Tab. 03-9 Propiedades de la cubierta exterior de RAUVITHERM

### 03.03.03 Dimensiones

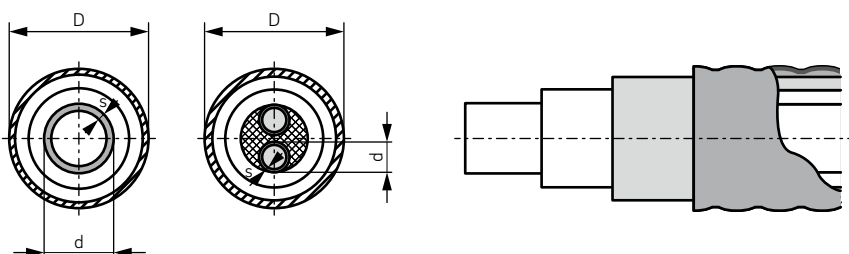


Fig. 03-15 Vista en sección RAUVITHERM

Modelo	d [mm]	s [mm]	D [mm]	Volumen tubo interno [l/m]	Peso [kg]	Espesor de pared de la cubierta [mm]	Longitud máx. de la bobina Ø 3 m x 1,2 m [m]	Valor U [W/m·K]
UNO 25/120	25	2,3	113	0,327	0,98	2,0	330	0,16
UNO 32/120	32	2,9	114	0,539	1,07	2,0	330	0,19
UNO 40/120	40	3,7	116	0,835	1,22	2,0	330	0,22
UNO 50/150	50	4,6	144	1,307	1,75	2,0	260	0,23
UNO 63/150	63	5,8	145	2,075	2,08	2,0	260	0,28
UNO 75/175	75	6,8	170	2,961	2,99	2,0	160	0,28
UNO 90/175	90	8,2	175	4,254	3,64	2,5	160	0,34
UNO 110/190	110	10,0	187	6,362	4,60	2,5	100	0,41
UNO 125/210	125	11,4	209	8,203	6,10	3,0	100	0,42
DUO 25 + 25/150	25	2,3	144	2 x 0,327	1,66	2,0	260	0,25
DUO 32 + 32/150	32	2,9	146	2 x 0,539	1,87	2,0	260	0,26
DUO 40 + 40/150	40	3,7	148	2 x 0,835	2,24	2,0	260	0,32
DUO 50 + 50/175	50	4,6	177	2 x 1,307	3,31	2,5	160	0,34
DUO 63 + 63/210	63	5,8	208	2 x 2,075	4,77	3,0	100	0,38

Tab. 03-10 Dimensiones RAUVITHERM SDR 11

## 04 Técnica de unión y aislamiento posterior

### 04.01 Técnica de unión mediante casquillo corredizo

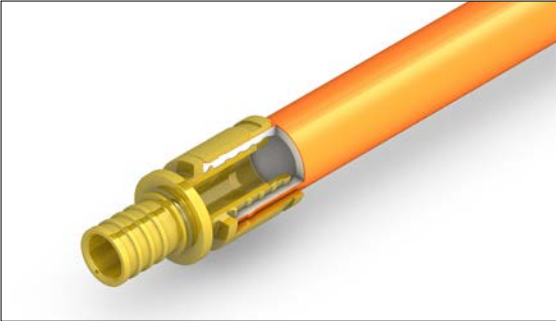


Fig. 04-1 Unión mediante casquillo corredizo

La técnica de unión mediante casquillo corredizo es un método desarrollado por REHAU y acreditado durante décadas para una unión rápida, segura y de estanqueidad duradera entre los tubos PE-Xa REHAU. Consta únicamente de un fitting y un casquillo corredizo. No se precisan juntas adicionales, porque el mismo tubo actúa como elemento estanqueizante. Cuatro ranuras de sellado garantizan la seguridad absoluta de la unión, que soporta también los rigores del uso en la obra. Unos ganchos de retención especiales en los casquillos corredizos impiden de forma permanente una separación espontánea de la unión. Los fittings están hechos de latón, bronce rojo o acero. Los casquillos corredizos se fabrican en latón o en bronce rojo.



- Una unión controlable visualmente, no separable una vez puesta en obra, que cumple la instrucción AGFW FW420
- Reducción de la sección casi nula, porque los tubos internos se abocardan en la unión. Gracias a ello la pérdida de carga es despreciable
- Montaje rápido y sencillo
- Se pueden presurizar de inmediato, no es necesario "reapretar"
- Se pueden instalar independientemente de las condiciones climatológicas
- No son necesarios elementos estanqueizantes, como p. ej. juntas tóricas, cáñamo etc.



Posibilidades de aplicación:

- Nivel de presión SDR 11 para las dimensiones 20-160 mm
- Nivel de presión SDR 7,4 para las dimensiones 20-63 mm

Todas las dimensiones de los fittings aparecen relacionadas en la lista de precios actual.



Escanee el siguiente código QR para ver detalles de la realización de una unión con casquillo corredizo REHAU:



Hay disponibles más de 250 fittings para SDR 11 y SDR 7,4

Sólo dos tipos de componente por unión (accesorio y casquillo corredizo)

Fig. 04-2 Combinaciones de uniones mediante casquillo corredizo

La técnica de unión mediante casquillo corredizo de REHAU cumple con las máximas exigencias de calidad de la unión, incluida la aplicación para agua potable.

#### **DVGW (Asociación Alemana del Gas y el Agua)**

- Registro DVGW de tubos y técnicas de unión (todas las dimensiones).
- Técnica de unión permanentemente estanca con casquillo corredizo según las normas EN 806, DIN 1988 y la hoja de trabajo W 534 de DVGW, con registro DVGW.
- Idóneo para los campos de aplicación en los que la higiene es fundamental, según la hoja de trabajo W 270 (Proliferación de microorganismos en materiales destinados al ámbito del agua potable) de DVGW.

#### **Normas DIN, EN, UNE, leyes, reglamentos**

- El tubo RAUTITAN flex y los fittings RAUTITAN RX+, RX+, LX y LX +G cumplen las directrices KTW (Polímeros y agua potable) de la Agencia Federal de Medio Ambiente de la R.F.A.
- Los fittings RAUTITAN utilizados en el sistema para de agua potable RAUTHERMEX, que por su finalidad de uso transportan agua potable, están fabricados en latón estándar (sistemas LX y LX +G) o bronce rojo (RX o RX+).  
Los fittings de casquillo corredizo RAUTITAN metálicos para aplicaciones de agua potable suministrados por REHAU cumplen la edición válida en cada caso de la DIN 50930-6 (Corrosión de los metales – Corrosión de materiales metálicos bajo carga corrosiva ocasionada por agua dentro de tubos, depósitos y aparatos - Parte 6: Influencia de la composición del agua potable).



Los accesorios de PPSU o PVDF del programa RAUTITAN PX no deben utilizarse en combinación con los tubos para agua potable RAUTHERMEX enterrados y/o aislados posteriormente.

---

#### **Requisitos a cumplir por el agua potable**

El agua potable debe ajustarse a los valores límite actualmente vigentes según las legislaciones y normativas siguientes:

- DIN 2000
- Reglamento alemán sobre agua potable<sup>1)</sup>
- Directiva Europea 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano



Con sus fittings RAUTITAN LX en latón estándar REHAU cumple los requisitos de la norma EN 1254-3. Sin embargo, por principio no existe un material ideal para todas las aplicaciones. Las calidades de agua que provocan corrosión e interacciones especiales en una instalación (EN 12502-1) pueden dañar los fittings de latón estándar.

---

1) Los valores límite de las concentraciones máximas de desinfectantes especificados en los reglamentos sobre agua potable no se han de interpretar como concentraciones de uso duraderas permanentes. Constituyen los valores máximos temporales definidos desde el punto de vista higiénico y toxicológico. El objetivo prioritario de los reglamentos sobre agua potable es el principio de la minimización, es decir, no añadir por principio nada al agua. Solo si en caso de contaminación se da una necesidad absoluta de adición química, se podrá añadir el mínimo necesario.

### Límites de aplicación de RAUTITAN LX y LX +G

La proporción entre contenidos de cloruros y de hidrogenocarbonatos puede incrementar la agresividad del agua y desencadenar en los fittings RAUTITAN LX o LX +G el tipo de corrosión selectiva conocido como "Descincado". Para prevenir los efectos de la corrosión al utilizar RAUTITAN LX o LX +G en instalaciones no deberán rebasarse por norma las concentraciones máximas siguientes:

- Contenidos de cloruros ( $\text{Cl}_2$ )  $\leq 200$  mg/l
- Contenido de sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )  $\leq 250$  mg/l
- Índice de saturación de carbonato cálcico calculado:  $\leq 5$  mg/l (se cumple tan pronto como el índice pH es  $\geq 7,7$ )

Aparte de esto se deberá consultar la gráfica de Turner siguiente (Fig. 04-4) para valorar si las condiciones derivadas de la calidad del agua son desfavorables.

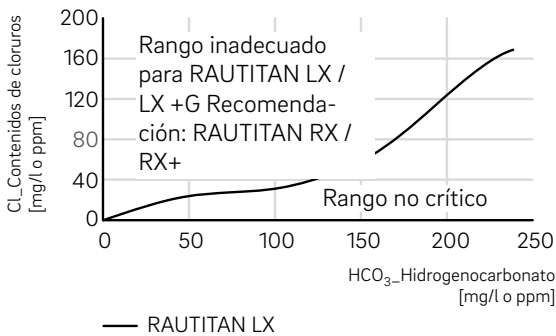


Fig. 04-3 Gráfica de Turner  
(Fuente: Wieland-Werke, Alemania)

Con calidades del agua situadas por encima de la curva límite para RAUTITAN LX o LX +G se debe contar con la aparición de descincado. En estos casos no se deberán utilizar los fittings RAUTITAN LX y LX +G. Será necesario estudiar la viabilidad de materiales alternativos para los fittings.

En las zonas de abastecimiento de agua donde ocurre esto recomendamos utilizar los fittings de bronce rojo RAUTITAN RX o RX+.



Por principio, la utilización de un sistema de tratamiento del agua, p. ej. de descalcificación, trae como consecuencia una alteración del comportamiento corrosivo del agua. Para prevenir los daños por corrosión causados por un empleo y una operación erróneas del sistema de tratamiento del agua recomendamos expresamente hacer estudiar de antemano su caso particular p. ej. por parte del fabricante de la instalación.

Aparte de esto, para poder evaluar la probabilidad de aparición de corrosión se debe recurrir también a las experiencias prácticas hechas con el agua utilizada en el campo de aplicación previsto.

El diseñador de la instalación se responsabiliza de tener en cuenta los factores y las magnitudes de influencia arriba señaladas con vistas a la protección anticorrosiva y la formación de incrustaciones para el caso de aplicación concreto.

Si lo necesita tiene también a su disposición nuestro Departamento Técnico para prestarle soporte acerca del campo de aplicación de RAUTITAN.

Si la calidad del agua potable se sitúa fuera de los valores límite fijados en el reglamento sobre agua potable, para utilizar el sistema RAUTITAN serán necesarios en cualquier caso el estudio y la aprobación por parte de nuestro Departamento Técnico.

Por favor, contacte para ello con su delegado REHAU.

## Herramientas RAUTOOL

Para procesar la técnica del casquillo corridizo REHAU están disponibles las herramientas RAUTOOL de REHAU. En función del campo de aplicación se emplean los modelos manuales, hidráulicos o electrohidráulicos:

### RAUTOOL A light2 – hidráulica con batería recargable

Herramienta provista de un aparato hidráulico alimentado con una batería recargable

(Fig. 04-4)

Campo de aplicación: dimensiones 20 – 40

### RAUTOOL A-one – hidráulica con batería recargable

Herramienta provista de un aparato hidráulico alimentado con una batería recargable

Campo de aplicación: dimensiones 16 – 32

### RAUTOOL A3 – hidráulica con batería recargable

Herramienta provista de un aparato hidráulico alimentado con una batería recargable

Campo de aplicación: dimensiones 20 – 40

### RAUTOOL A5 – hidráulica con batería recargable

Herramienta provista de un aparato hidráulico alimentado con una batería recargable

(Fig. 04-5)

Campo de aplicación: dimensiones 40 – 75

### RAUTOOL G2 – eléctrica/hidráulica con batería recargable

Herramienta con aparato hidráulico; incluye batería recargable de ion litio y tubo hidráulico (Fig. 04-6)

Campo de aplicación: dimensiones 50 – 63

Ampliable hasta la dimensión 40, así como hasta la dimensión 110 haciendo uso del correspondiente juego complementario

### RAUTOOL G2 XL – eléctrica / hidráulica con batería recargable

Herramienta con aparato hidráulico; incluye batería recargable de ion litio y tubo hidráulico (Fig. 04-7)

Campo de aplicación: dimensiones 120 – 160

Con el juego complementario opcional para dimensión 140

### RAUTOOL Expand QC – eléctrica / hidráulica con batería recargable

Herramienta expansora provista de un aparato hidráulico alimentado con una batería recargable

Campo de aplicación: dimensión 16 - 40

### RAUTOOL Expand big – eléctrica / hidráulica con batería recargable

Herramienta expansora provista de un aparato hidráulico alimentado con una batería recargable

Campo de aplicación: dimensión 40 - 75



Fig. 04-4 RAUTOOL A light2



Fig. 04-5 RAUTOOL A5



Fig. 04-6 RAUTOOL G2



Fig. 04-7 RAUTOOL G2 XL 125-160

**04.02 Técnica de unión FUSAPEX**



Fig. 04-8 Manguitos electrosoldables FUSAPEX

El manguito electrosoldable FUSAPEX se utiliza para realizar de forma rápida, sencilla y segura la unión de tubos interiores RAUVITHERM y RAUTHERMEX de SDR 11 para temperaturas de servicio desde -40 °C hasta +95 °C



- Resiste temperaturas desde -40 °C hasta +95 °C
- Resistente a la corrosión
- Económico
- Sistema totalmente polimérico
- Muy buena resistencia a los productos químicos
- Rango de dimensiones 50 – 160 SDR 11

La gama FUSAPEX incluye fittings para uniones, codos, reducciones, bridas, racores roscados y derivaciones.

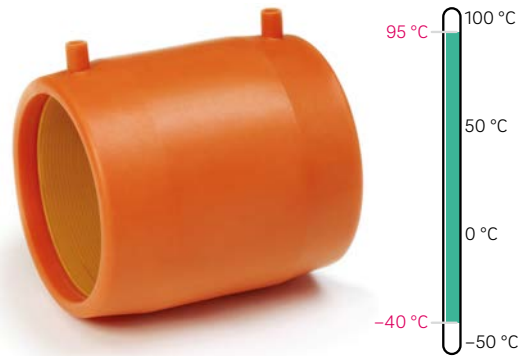


Fig. 04-9 Temperaturas de servicio FUSAPEX

Los fittings electrosoldables FUSAPEX integran una resistencia interna con la que realizar la soldadura. Aplicando una corriente eléctrica se consigue fundir los materiales y a través de la presión, se logra soldar tubo y accesorio de manera permanente. Cada accesorio incorpora una etiqueta de identificación, con la que se garantiza un ajuste automático de los parámetros de soldadura (temperatura y voltaje) con la herramienta Monomatic de REHAU.

Las reducciones y portabridas FUSAPEX, no incluyen resistencia interna, por lo que deben combinarse con los fittings FUSAPEX que incluyan la misma.

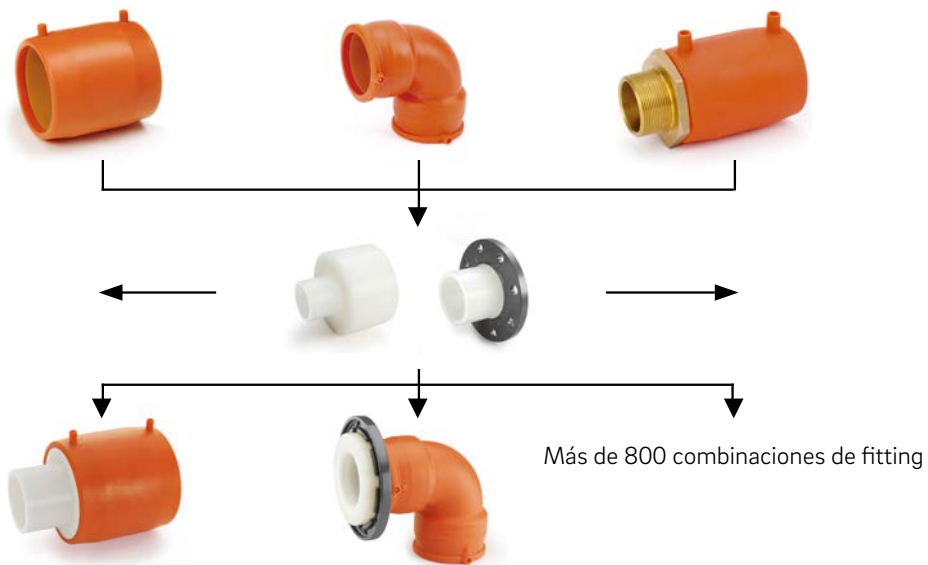


Fig. 04-10 Combinaciones de fittings FUSAPEX



### Herramienta FUSAPEX

Para la instalación de FUSAPEX ofrecemos herramientas adecuadas al sistema. Se requiere

- una soldadora automática Monomatic o SMARTFUSE 160 BT,
- abrazaderas universales para tubos,
- un pelador giratorio para eliminar la capa de recubrimiento de los tubos. Dependiendo de la aplicación o de la dimensión de los tubos a instalar hay disponibles dos peladores:
  - SMARTFUSE UNO (63-200 mm)
  - SMARTFUSE DUO (25-75 mm).

Aparte de esto se precisan los limpiadores especiales Tangit para PE (Tangit-KS con toallitas de limpieza Tangit) y un raspador manual de tubos.



Fig. 04-11 SMARTFUSE 160 BT, Monomatic



Fig. 04-12 Raspador de tubos SMARTFUSE UNO 63-200



Fig. 04-13 Raspador de tubos SMARTFUSE DUO 25-75



Para ampliar información sobre el sistema FUSAPEX visite [www.rehau.es/raupex](http://www.rehau.es/raupex) y consulte la información técnica Sistema de tubos industriales RAUPEX (ref. 876600).



### Capacitación FUSAPEX

Para poder realizar uniones con el los accesorios electrosoldables FUSAPEX es necesario realizar una formación. Esta formación se imparte generalmente in situ.

A efectos de confirmación de la formación, el alumno recibe el carné de instalador FUSAPEX con su número de identificación personal.

Mientras se están realizando las uniones hay que llevar siempre encima el carné de instalador FUSAPEX. Inmediatamente después de completar con éxito una soldadura hay que anotar el número de identificación personal y la fecha actual en el accesorio electrosoldable FUSAPEX.

Para acordar una fecha para la realización de la formación diríjase por favor a su delegado REHAU.

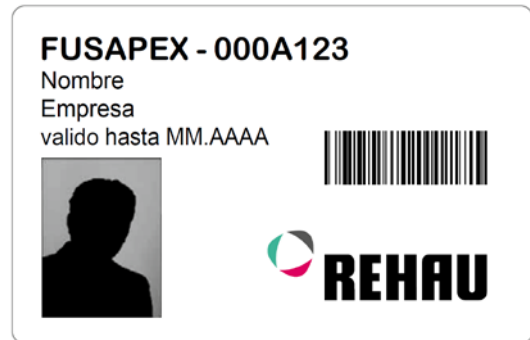


Fig. 04-14 Carné de instalador FUSAPEX

#### 04.03 Técnica de unión roscada/por compresión



Fig. 04-15 Enlace roscados/de compresión

Los enlaces roscados/de compresión para tubos internos de PE-Xa son sistemas de conexión fáciles de manejar. Esta técnica de unión consta de pocos componentes individuales y se puede montar por regla general sin necesidad de herramientas especiales.

Los enlaces roscados/de compresión se deben utilizar sólo en puntos de empalme de líneas de transporte de calor accesibles en todo momento. Se trata, por regla general, de las conexiones a líneas utilizadas exclusivamente para unir entre sí dos componentes de la instalación, porque habitualmente solo son accesibles estos tramos.

Se deberán emplear sistemas roscados/de compresión aprobados por el fabricante respectivo para el caso de aplicación concreto de calefacción urbana, utilizando asimismo la herramienta de montaje apropiada. Se deberán observar las instrucciones de montaje respectivas.



Para asegurar las uniones en los usos para agua a alta temperatura, después del montaje de las uniones roscadas/de compresión hay que calentar inicialmente la tubería de agua caliente hasta una temperatura de 60–80 °C y, a continuación, reapretar todas las roscas o bridas de los enlaces roscados/de compresión. Estas uniones se deberán revisar y, en caso necesario, reapretar periódicamente durante la posterior operación. En los tramos de tubería de transporte de calor enterrados, para obtener uniones de estanqueidad duradera y no desmontables según la instrucción FW 420 de AGFW, hay que realizar las uniones entre los tubos interiores de PE-Xa mediante uniones permanentemente estancas, como la técnica de casquillo corredizo o con uniones soldadas FUSAPEX.

Las técnicas de unión desmontables, como los enlaces roscados o de compresión, no son adecuadas para tuberías enterradas.

#### Herramienta para uniones roscadas/de compresión

Para el montaje de fittings roscados/de compresión no es necesaria ninguna herramienta especial.



Fig. 04-16 Herramienta de montaje

Ejemplo práctico de utilización de uniones roscadas/de compresión en combinación con sistemas de tuberías preaisladas:

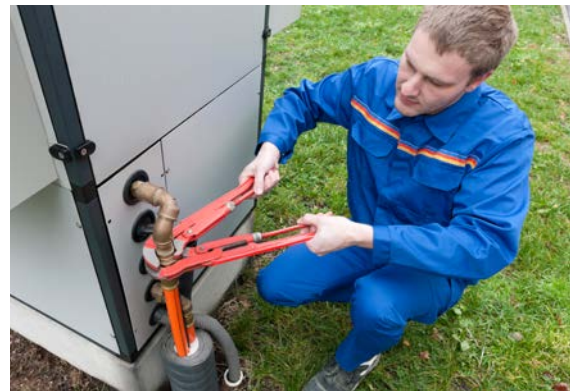


Fig. 04-17 Conexión de una bomba de calor



- El montaje también es posible sin herramientas especiales
- Técnica de unión desmontable para la conexión de accesorios
- Resistencia a la temperatura (dependiente del fabricante) desde los -40 °C hasta los +95 °C
- Apta para diferentes dimensiones (en función del fabricante) SDR 11 así como SDR 7,4

#### 04.04 Sistema de manguitos con clips para RAUTHERMEX



Fig. 04-18 Manguitos con clips de formas T, I y L

Los puntos de conexión enterrados, tales como manguitos de acoplamiento y piezas en T, se deben aislar externamente y sellar con una calidad de estanqueización equivalente a la de los tubos.

Los manguitos con clips desarrollados específicamente para RAUTHERMEX constan de dos medias cañas, que se posicionan sobre la unión del tubo interior y se juntan muy fácilmente a presión por medio de unos cierres aplicando el principio de la palanca articulada. La estanqueización entre el manguito y el tubo se obtiene con ayuda de un innovador sistema de junta anular. Unas ranuras de guiado garantizan un asiento perfecto del manguito. Adicionalmente, unos tapones combinados de estanqueización y desaireación agilizan y facilitan la colocación. Para el aislamiento posterior se utiliza una espuma bicomponente de PU de alta calidad envasada en botellas (ver el apdo 04.06).

#### Propiedades del material ABS

Esfuerzo de tracción en el límite elástico	40 MPa
Módulo elástico	2200 MPa
Alargamiento a la rotura	>15 %
Temperatura de deformación bajo carga 1,8 MPa	94 °C
Reacción al fuego (UL 94; 1,6 mm)	HB

Tab. 04-1 Propiedades del material ABS



Fig. 04-19 Juntas anulares para el sistema de manguitos con clip pequeños

Para estanqueizar se utiliza un innovador sistema de junta anular de EPDM (caucho etileno-propileno-dieno), que posibilita una adaptación a los diferentes diámetros de tubo de cubierta. Para las salidas de tubo individuales se emplean sendas juntas anulares del tamaño correspondiente.

#### Propiedades del material EPDM

Dureza Shore A	35 ± 5 Shore
Densidad	1,16 ± 0,02 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia al desgarro	8 MPa
Alargamiento de rotura	600 %
DVR 22h a 70 °C	0,18
DVR 22h a 100 °C	0,5

Tab. 04-2 Propiedades del material EPDM



Fig. 04-20 Manguito en T con clips, juntas anulares grandes



Fig. 04-21 Manguito en T con clips, cambio de dirección

Se ha verificado la estanqueidad de los sistemas de manguitos con clips T, I y L de REHAU hasta una presión de 3 m.c.a., incluso para desviaciones angulares máximas de la entrada del tubo de 20° para los manguitos pequeños y de 10° para los manguitos grandes (norma de ensayo EN 489, aplicando requisitos aumentados. Controlados por el laboratorio de ensayos MFPA Leipzig GmbH).



- Aislamiento eficiente y seguro de derivaciones y uniones en tuberías para transporte de calor RAUTHERMEX enterradas
- La instalación se realiza prácticamente sin herramientas
- Fácil posicionamiento de las medias cañas por encima de las ranuras de guiado
- Rápida adaptación a las dimensiones de tubo gracias a un flexible sistema de juntas anulares
- La nervadura exterior garantiza la solidez, incluso bajo grandes cargas estáticas
- Medias cañas moldeadas por inyección en polímero ABS de alta calidad

#### 04.05 Sistema de manguito exterior para RAUVITHERM y RAUTHERMEX



Fig. 04-22 Manguitos exteriores de formas T, I y L

Estos manguitos exteriores permiten el aislamiento posterior seguro de uniones, derivaciones y cambios de dirección en los sistemas de tuberías RAUVITHERM y RAUTHERMEX.

Los manguitos están fabricados en un PE-HD extraordinariamente robusto y resistente a los impactos.



- Estanqueización sencilla y segura gracias a una acreditada técnica de retráctilado
- No causa pérdidas térmicas importantes
- Componentes robustos y aptos para la obra
- Su campo de aplicación comprende RAUVITHERM, RAUTHERMEX, así como diferentes combinaciones de tubos y conexiones a sistemas de otros fabricantes
- Empleo flexible por parte del instalador

Los manguitos exteriores (ver la Fig. 04-22) se pueden suministrar en dos tamaños de cada uno de los accesorios tipos T, I y L.

#### Propiedades del material del cuerpo de los manguitos (PE-HD)

Conductividad térmica $\lambda$	0,43 W/m·K
Punto de fusión cristalina	105 – 110 °C
Densidad $\rho$	0,93 N/mm <sup>2</sup>
Módulo elástico E	600 N/mm <sup>2</sup>
Clase de material de construcción (DIN 4102)	B2 (inflamabilidad normal)

Tab. 04-3 Propiedades del material del cuerpo de los manguitos exteriores

### Folio termorretráctil para set de manguito



Fig. 04-23 Set de manguito exterior en T

El folio termorretráctil estanca el manguito con respecto a la tubería preaislada. Su cara interior está recubierta con un adhesivo termofusible, que permite realizar una estanqueización segura y duradera.

### Propiedades del material folio termorretráctil

Resistencia a la tracción	14 MPa
Elongación máx.	300 %
Densidad $\rho$	1,1 g/cm <sup>3</sup>
Absorción de agua	< 0,1 %
Temperatura de reblandecimiento del adhesivo	80 – 90 °C
Clase de material de construcción (DIN 4102)	B2 (inflamabilidad normal)

Tab. 04-4 Propiedades del material folio termorretráctil

Los manguitos exteriores REHAU son de uso universal. Se pueden utilizar tanto para uniones de tubos RAUVITHERM y RAUTHERMEX como para combinaciones con varios otros sistemas de tubo o componentes especiales.



Fig. 04-24 Montaje del manguito exterior en T

El perfeccionamiento de la familia de manguitos exteriores T, I y L, incluyendo la tecnología de unión retráctil, permite desviaciones angulares ( $\alpha$ ) de hasta 20° en todos los tamaños y formas constructivas. Esto ha sido verificado y certificado por el laboratorio de ensayos MFPA de Leipzig para una presión de hasta 5 m.c.a.



Fig. 04-25 Cambios de dirección



#### 04.06 Espuma para el aislamiento de los manguitos



Fig. 04-26 Espuma para manguitos REHAU

El aislamiento de los manguitos REHAU se realiza con una espuma de PU bicomponente.

Esta espuma se suministra en forma de un set compuesto por:

- botellas con los componentes de espuma A + B
- tapón vertedor
- instrucciones de montaje incluidas



Antes de utilizar los productos de espuma hay que leer detenidamente y seguir las instrucciones de montaje incluidas. Durante el montaje hay que llevar el correspondiente equipo de protección individual. Puede solicitar las hojas de datos de seguridad de los componentes de la espuma a su interlocutor en REHAU.



Fig. 04-27 Operación de llenado del manguito



Para prevenir el riesgo de reventones y conseguir una espumación correcta del manguito:

Asegurarse de que al elaborar la espuma la temperatura de sus componentes se sitúe entre los 15° y los 25 °C. Si es preciso se deberán precalentar los componentes de la espuma.

Asegurarse de que se respetan los tiempos de agitación y aplicación especificados en las instrucciones de montaje.

Los componentes se han de mezclar en las inmediaciones del manguito a rellenar y los pasos de trabajo siguientes se han de ejecutar directamente a continuación.

## 04.07 Accesorios especiales

### 04.07.01 REHAU NEXUS



Fig. 04-28 Collarín de toma en carga REHAU NEXUS

El collarín de toma en carga REHAU NEXUS se utiliza para la derivación rápida, sencilla y segura de RAUTHERMEX o RAUVITHERM sin interrumpir el servicio, a temperaturas y presiones máximas de servicio según DIN 16892/93 o EN 15632 (ver el apdo. 03).

El collarín de toma en carga está disponible para las dimensiones de tubo interno de los sistemas de tuberías RAUVITHERM y RAUTHERMEX, de REHAU, siguientes:  
63 mm, 75 mm, 90 mm, 110 mm, 125 mm SDR 11



- Ampliación sencilla y segura de la red sin interrumpir el servicio, bajo presión y temperatura
- No requiere preparativos laboriosos
- No es necesario vaciar la red
- No es necesario excavar zanjas largas ni pinzar la tubería
- Amplia funcionalidad, por ejemplo, gracias a la instalación posterior de puntos de medición inteligentes
- Permite realizar ampliaciones sin poner fuera de servicio la red o secciones de la misma
- El sistema de toma en carga NEXUS ha sido sometido a un examen de tipo por TÜV Süd y aprobado para los dos sistemas de tubería RAUTHERMEX y RAUVITHERM.

El collarín de toma en carga NEXUS se equipa con una salida de casquillo corredizo, en la que se pueden montar las dimensiones de tubo interno siguientes:

Ø exterior del tubo interno mm	Espesor de pared mm	Serie de dimensiones
25	2,3	SDR 11
32	2,9	SDR 11
40	3,7	SDR 11

Tab. 04-5 Dimensiones del tubo interior a la salida

Para el montaje en el interior de edificios existe la posibilidad adicional de equipar la salida con un adaptador universal (rosca hembra de 1").

### Componentes del sistema

#### Collarín de perforación

El collarín de perforación en fundición de hierro se puede acoplar sobre tubos internos con dimensiones exteriores de 63 hasta 125 mm. Está compuesto por una parte de conexión y otra de soporte, unidas mediante tornillos para abrazar el tubo.

- Se puede suministrar para tubos internos de PE-Xa con diámetros nominales d. 63 hasta d. 125.
- Las partes de conexión y de soporte están hechas de fundición GGG y llevan un revestimiento rojo resistente a las altas temperaturas
- Junta de silicona resistente al agua a alta temperatura
- La climatología no afecta al montaje, que se puede realizar a temperaturas ambiente a partir de los 5 °C

#### Válvula de esfera para la toma lateral

Esta válvula de esfera, provista de una esfera de paso en acero inoxidable y una junta de teflón, se utiliza para cortar el paso durante el funcionamiento y en funciones auxiliares. La unión entre la pieza de conexión y la válvula de toma constituye una característica especial del collarín de toma en carga REHAU NEXUS. Todos los collarines de toma en carga se estanqueizan con una junta tórica y con una junta especial tridimensional de silicona. El cuerpo y la parte superior están hechos de latón al silicio.

### Manguito de apoyo de latón

Una vez realizada la perforación en carga se enrosca en una segunda operación de montaje el manguito de apoyo con ayuda del aparato de montaje de husillos a través del collarín de toma en carga en el orificio taladrado en la pared del tubo, de forma que se prolonga el eje del collarín hasta el interior del tubo. De esta forma se evita un giro o un desplazamiento del collarín de toma en carga montado sobre el tubo principal, así como una fuga a través del taladro del medio conducido.

Detalles del manguito de apoyo:

- El manguito se enrosca en el taladro del tubo de PE-Xa por medio de una rosca cónica
- De esta forma se evita tener que soldar y los trabajos de montaje no dependen de la climatología existente.
- Fácil montaje por compresión dentro del taladro con el aparato de montaje de husillos
- Componente de sistema del collarín de toma en carga NEXUS, de REHAU

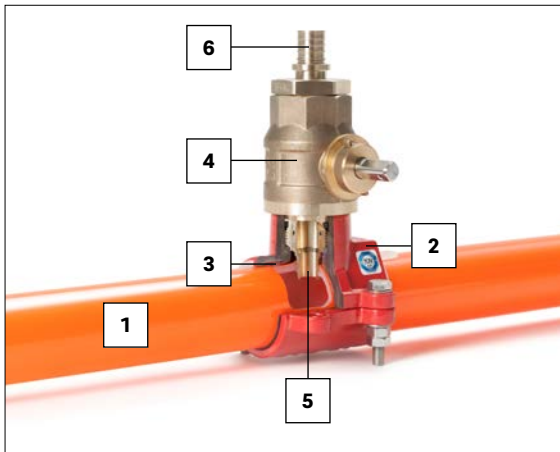


Fig. 04-29 Sección de Nexus

- 1 Tubo
- 2 Collarín de perforación
- 3 Junta de silicona
- 4 Válvula de esfera
- 5 Vaina de apoyo
- 6 Adaptador para casquillo corredizo

### Herramienta de montaje NEXUS, de REHAU

Las herramientas de perforación son parte integrante del sistema y permite realizar la perforación en carga. El aparato de montaje de husillos está concebido de forma análoga a la herramienta de perforación y permite encajar en el taladro el husillo de apoyo precisado estando la red en servicio.



Fig. 04-30 Juego de herramientas REHAU NEXUS

La oferta de accesorios se completa con otras herramientas para el manejo del collarín de toma en carga, tales como llaves de maniobra, transiciones, coronas de repuesto y un dispositivo para pruebas de presión.

### Técnica de unión y aislamiento posterior

#### RAUTHERMEX / RAUVITHERM – Conexión de casquillo corredizo

Para conectar la tubería de derivación al collarín de toma en carga se utiliza un adaptador de casquillo corredizo, que se enrosca en el collarín y que, en el caso de una colocación en zanja, se encola adicionalmente. Por el lado del tubo la conexión al adaptador se realiza con la herramienta prensadora RAUTOOL, de REHAU.

#### Aislamiento posterior de REHAU NEXUS

Para aislar la futura conexión ofrecemos el "Set de manguito exterior en T grande REHAU", fundas termorretráctiles y la espuma para manguitos de REHAU. La tubería principal en la que se realiza la toma no admite el montaje posterior de tubos termorretráctiles. Por esta razón, el manguito termorretráctil se protege con unas fundas termorretráctiles que se pueden adquirir aparte.

#### Adaptador universal

Para el montaje en el interior de edificios, p. ej. para instalar un instrumento de medida, un purgador de aire o un bypass, se ofrece un adaptador universal con rosca hembra de 1" en lugar del adaptador de casquillo corredizo para la conexión de un tubo.





### Capacitación REHAU NEXUS

Para trabajar con el collarín de toma en carga REHAU NEXUS es necesario realizar una formación examen. A efectos de confirmación de la formación, el alumno recibe el carné de instalador REHAU NEXUS con su número de identificación personal.

Durante el trabajo hay que llevar siempre encima el carné de instalador REHAU NEXUS. Inmediatamente a continuación de haber completado correctamente la conexión posterior anotar el número de identificación personal y la fecha actual en el collarín de toma en carga REHAU NEXUS.

Para acordar una fecha para la realización de la formación diríjase por favor a su delegado REHAU.

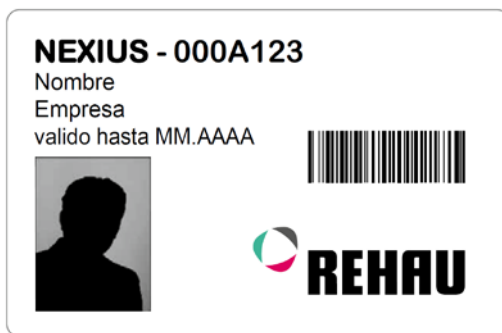


Fig. 04-31 Carné de instalador NEXUS

### 04.07.02 Tubo bifurcado

El componente preconfeccionado tubo bifurcado se utiliza como transición desde dos tuberías UNO a una tubería DUO.

El tubo bifurcado está disponible para las dimensiones 25 hasta 75 mm y se puede utilizar tanto con RAUVITHERM como con RAUTHERMEX.

Características:

- Tubo interno de polietileno reticulado (PE-Xa) según DIN 15632/93 y capa barrera contra la difusión del oxígeno según DIN 4726
- Aislamiento de espuma rígida libre de CFCs con agente de soplado pentano
- Tubo de cubierta liso en PE-HD, color negro
- Codo realizado con segmentos mediante el método de soldadura espejo

### Instrucciones de montaje

La unión de los tubos internos del tubo bifurcado con las tuberías se realiza habitualmente con casquillos corredizos.

La unión de la cubierta exterior se puede realizar opcionalmente con el sistema de manguitos con clips REHAU o con el sistema de manguito exterior. Para simplificar el montaje y el posterior rellenado de la zanja se recomienda instalar los tubos bifurcados a una distancia de  $\geq 2$  m con respecto a los puntos de conexión proyectados (p. ej. las derivaciones en T).



Para garantizar un rellenado y una compactación correcta se deberá instalar el tubo bifurcado en la mayor medida posible en posición horizontal. Previamente a la instalación se deberá comprobar la asignación de la impulsión y el retorno, que se deberá observar durante el montaje.



Fig. 04-32 Tubo bifurcado

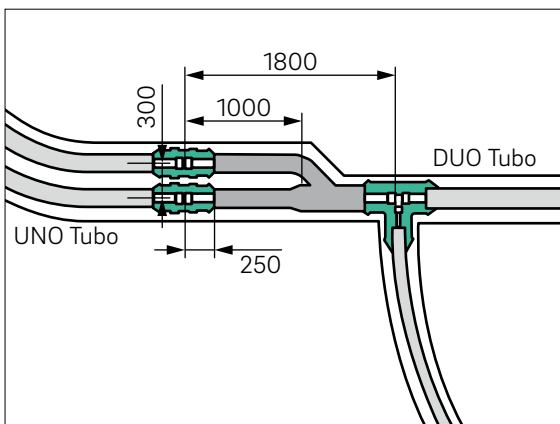


Fig. 04-33 Dimensiones tubo bifurcado



Fig. 04-34 La instalación del tubo bifurcado en la práctica

**Ejemplo de instalación**

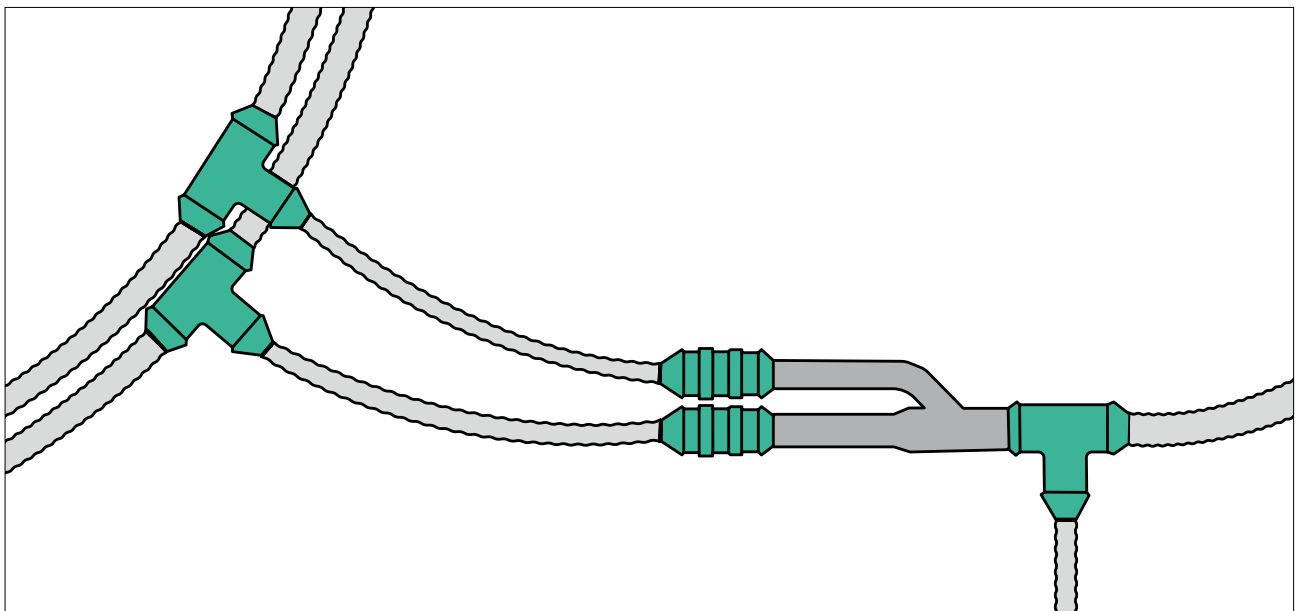


Fig. 04-35 Esquema de instalación/componentes para derivaciones con unión a tubo bifurcado (vista superior)

### 04.07.03 Llave de corte enterrada



Fig. 04-36 Llave de corte UNO con prolongador de husillo y llave

Las llaves de corte preaisladas REHAU, muy compactas, con válvula de esfera, presentan una conexión hexagonal para un prolongador de husillo (1 m) o para una llave hexagonal.

Llevan premontadas de fábrica manguitos para casquillo corredizo, que permiten conectarlas a RAUVITHERM o RAUTHERMEX (SDR 11). Los casquillos corredizos necesarios vienen incluidos.



La conexión a las tuberías se realiza con manguitos en l o con manguitos reductores. Aquí se deberá observar el diámetro exterior del tubo de cubierta según la Tab. 04-7.

#### Materiales

Llave de corte	acero S 235 JR
Material aislante	espuma de PU
Cubierta exterior	PE-HD, liso

Tab. 04-6 Materiales de la llave de corte

#### Instrucciones de montaje y mantenimiento

En el caso de las llaves de corte DUO la posición del tubo interno no es vertical, sino que está desplazada verticalmente, con lo cual resulta un componente compacto. La posición se debe graduar con ayuda del tubo entrante. Para facilitar el montaje se deberá respetar una distancia de  $\geq 3$  m con respecto a los puntos de conexión proyectados (como p. ej. las derivaciones). En este caso, la línea principal se debe enrollar sobre sí misma antes y después de la llave de corte.



Para mantener operativa la llave a largo plazo deberá accionarse completamente la misma, como mínimo, una vez cada 6 meses.

Su conexión a los sistemas de tuberías RAUVITHERM y RAUTHERMEX es posible gracias a los extremos de soldadura montados en fábrica en ambos lados.

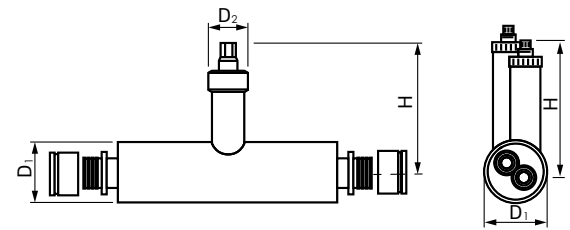


Fig. 04-37 Croquis de la llave de corte UNO/DUO

Dimen- siones de la llave	$\varnothing D_1$ tubo de cubierta [mm]	Altura H [mm]	$\varnothing D_2$ [mm]	Tamaño de llave hexagonal [mm]
UNO 25	110	475	110	19
UNO 32	110	480	110	19
UNO 40	125	485	110	19
UNO 50	125	495	110	19
UNO 63	140	500	110	19
UNO 75	160	505	110	19
UNO 90	180	515	110	19
UNO 110	225	525	125	27
UNO 125	250	545	125	27
DUO 25	140	475	110	19
DUO 32	140	480	110	19
DTubo 40	160	485	110	19
DUO 50	180	495	110	19
DUO 63	225	500	110	19
DUO 75	250	505	110	19

Tab. 04-7 Dimensiones de las llaves de corte

### Esquema de montaje de la llave de corte enterrada

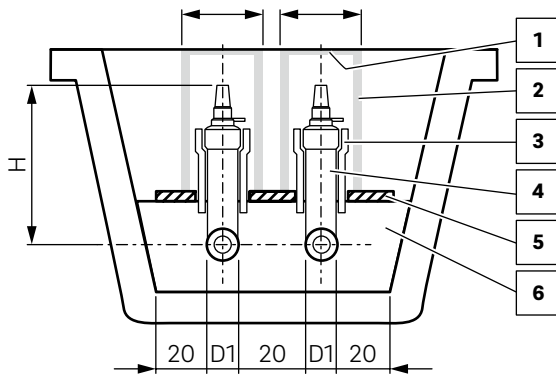


Fig. 04-38 Esquema de montaje de la llave de corte enterrada

- 1 Tapa de fundición, transitable (no incluida)
- 2 Tubo de hormigón (no incluido)
- 3 Cojín de dilatación (no incluido)
- 4 Llave de corte
- 5 Placa de soporte (no incluida)
- 6 Relleno de arena, granulometría 0 – 4 mm

### 04.07.04 Derivaciones en T preaisladas 125 –160 (acero)

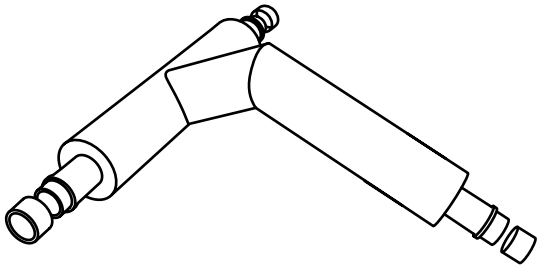


Fig. 04-39 Derivación en T preaislada

Las piezas en T preaisladas de acero SDR 11 de REHAU se suministran con un diseño provisto de saliente.

Los fittings de conexión vienen premontados de fábrica y los casquillos corredizos están incluidos.

Bajo demanda se puede confeccionar la salida en función de la dimensión precisada, desde d 25 hasta d 160.

Las dimensiones disponibles de la derivación se pueden consultar en Tab. 04-9.

### Materiales

Pieza en T	Acero St 37
Material aislante	Espuma de PU
Cubierta exterior	PE-HD, liso
Casquillo corredizo dim. 25-63	Latón
Casquillo corredizo dim. 75-160	Bronce rojo Rg 7

Tab. 04-8 Material de la pieza en T preaislada



La conexión a las tuberías se realiza mediante manguitos exteriores en I (d 25 – d 140) o con el set de manguitos de conexión para dimensiones especiales (d 160).

### Posibilidades de ejecución de la derivación en T preaislada

Dimensión Derivación	Paso principal igual		
	125/200	140/225	160/250
25/90	x	x	x
32/90	x	x	x
40/90	x	x	x
50/110	x	x	x
63/125	x	x	x
75/160	x	x	x
90/160	x	x	x
110/160	x	x	x
110/180	x	x	x
125/180	x	x	x
140/225	–	x	x
160/250	–	–	x

Tab. 04-9 Posibilidades de ejecución de la derivación en T preaislada

## 05 Acometidas de fincas e introducción en viviendas



Fuente de la imagen: Naturstrom AG



**Fuente de calor/central de calefacción**



**Transferencia de calor/acometida de fincas**



Fig. 05-1 Central de calefacción

El punto de partida de toda red de calefacción a distancia es la central de calefacción, en la que el calor se genera o está de por sí disponible en forma de calor residual (por ejemplo, de un proceso industrial).

El calor a distribuir se transfiere en la mayoría de los casos a la red de distribución de calefacción mediante intercambiadores de calor y depósitos de inercia. Generalmente, la red de District Heating es alimentada con temperaturas en la impulsión de aprox. 60 – 80 °C.



Fig. 05-2 Estación de transferencia

La transferencia distribuida a los diferentes puntos de consumo se realiza a su vez mediante estaciones de enlace, que transfieren el calor a las instalaciones domésticas.

Una vez absorbida la cantidad de energía calorífica precisada se recircula el medio caloportador enfriado a aprox. 40 – 60 °C hasta la central de calefacción. Se forma así un circuito cerrado.

## 05.01 Estanqueización en pasamuros



Fig. 05-3 Anillo estanqueizante para muro/junta de laberinto

Para estanqueizar los pasos a través de muros en el caso de agua que no ejerce presión (hasta 0,2 bares) con respecto a paredes o muros de ladrillo se emplean anillos estanqueizantes para muro. Están disponibles tanto para RAUVITHERM como para RAUTHERMEX.



En el caso de los tubos RAUVITHERM hay que aplicar adicionalmente sobre el tubo una cinta de butilo en la zona de contacto del anillo estanqueizante para muro.

### Indicaciones para el montaje

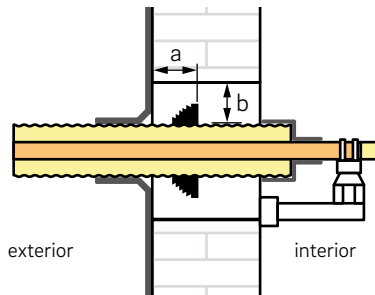


Fig. 05-4 Sección del paso del tubo por un pasamuros

- La cara plana del anillo estanqueizante mira hacia el interior del edificio, la cara escalonada hacia el exterior.
- El sellado se realiza con mortero de reparación corriente. El mortero de reparación debe aumentar necesariamente de volumen. Los morteros fluidos sin retracción no son adecuados.
- Para un correcto relleno hay que respetar unas distancias  $a$  y  $b$  de aprox. 80 mm en los pasamuros. Dependiendo del mortero de reparación utilizado se puede reducir el intersticio anular ( $b$ ). Seguir las instrucciones del fabricante.
- El diámetro mínimo requerido del pasamuros se indica en la Tab. 05-1. Si se utilizan variantes de mortero de reparación con la fluencia suficiente el hueco de los tubos con respecto a la pared puede variar y se puede elegir un tamaño del orificio más pequeño.

- Es posible que haya que cerrar las cavidades en la pared o muro de fábrica de ladrillo antes de poner en obra el mortero de reparación.
- Debe garantizarse un relleno correcto de todo el anillo estanqueizante. ¡Tener en cuenta el estado actual de la técnica y el cumplimiento de las instrucciones del fabricante del mortero de reparación!

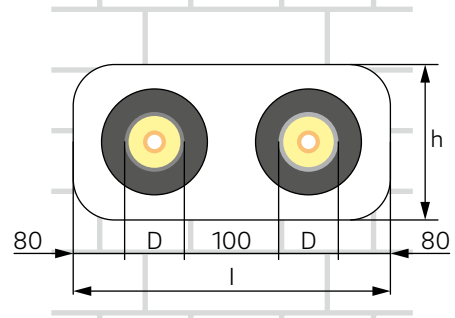


Fig. 05-5 Dimensiones del pasamuros

Díámetro ext. cubierta tubo D [mm]	Pasamuros para 1 tubo h x l aprox. [mm]	Pasamuros para 2 tubos h x l aprox. [mm]
76	225 x 225 <sup>1)</sup>	225 x 400 <sup>1)</sup>
91	250 x 250 <sup>1)</sup>	250 x 450 <sup>1)</sup>
111	275 x 275 <sup>1)</sup>	275 x 500 <sup>1)</sup>
120	300 x 300 <sup>1)</sup>	300 x 550 <sup>1)</sup>
126	300 x 300 <sup>1)</sup>	300 x 550 <sup>1)</sup>
142	325 x 325 <sup>1)</sup>	325 x 600 <sup>1)</sup>
150	325 x 325 <sup>1)</sup>	325 x 600 <sup>1)</sup>
162	325 x 325 <sup>1)</sup>	325 x 600 <sup>1)</sup>
175	350 x 350 <sup>1)</sup>	350 x 650 <sup>1)</sup>
182	350 x 350 <sup>1)</sup>	350 x 650 <sup>1)</sup>
190	350 x 350 <sup>1)</sup>	350 x 650 <sup>1)</sup>
202	375 x 375 <sup>1)</sup>	375 x 700 <sup>1)</sup>
210	375 x 375 <sup>1)</sup>	375 x 700 <sup>1)</sup>
250	400 x 400 <sup>1)</sup>	400 x 750 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dependiendo del mortero de reparación utilizado se podrá reducir también el tamaño del orificio. Seguir las instrucciones del fabricante.

Tab. 05-1 Dimensiones de los pasamuros

## 05.02 Estanqueización en agujeros de barrena

### 05.02.01 Anillo estanqueizante para muro y mortero de reparación

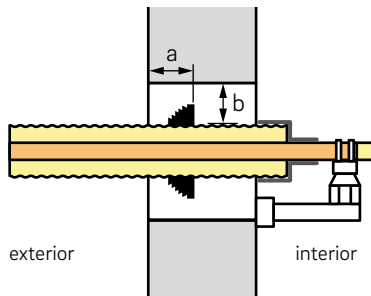


Fig. 05-6 Sección del paso del tubo por un agujero de barrena

Con este método se pueden estanqueizar con respecto al agujero de barrena tanto tubos RAUVITHERM como tubos RAUTHERMEX con el anillo estanqueizante para muro.



En el caso de los tubos RAUVITHERM hay que aplicar adicionalmente sobre el tubo una cinta de butilo en la zona de contacto del anillo estanqueizante para muro.

#### Instrucciones de montaje y dimensiones del agujero de barrena

- La cara más alta del anillo estanqueizante mira hacia el interior del edificio, la cara escalonada hacia el exterior.
- El sellado se realiza con mortero de reparación corriente. El mortero de reparación debe aumentar necesariamente de volumen. Los morteros fluidos sin retracción no son adecuados.
- Para un correcto relleno hay que respetar unas distancias a y b de aprox. 80 mm en los pasamuros. Dependiendo del mortero de reparación utilizado se puede reducir también el intersticio anular (b). Seguir las instrucciones del fabricante.
- El diámetro mínimo requerido del pasamuros se indica en la Tab. 05-2. Si se utilizan variantes de mortero de reparación con la fluencia suficiente el hueco de los tubos con respecto a la pared puede también variar y se puede elegir un tamaño del orificio más pequeño.
- Es posible que haya que cerrar las cavidades en la pared o muro de fábrica de ladrillo antes de poner en obra el mortero de reparación.
- Debe garantizarse un relleno correcto de todo el anillo estanqueizante. ¡Tener en cuenta el estado actual de la técnica y el cumplimiento de las instrucciones del fabricante del mortero de reparación!

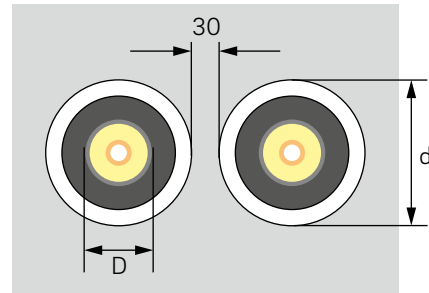


Fig. 05-7 Dimensiones del agujero de barrena

Diámetro ext. cubierta tubo D [mm]	Diámetro mín. agujero de barrena d [mm]
76 – 111	250 <sup>1)</sup>
120 – 150	300 <sup>1)</sup>
162 – 190	350 <sup>1)</sup>
202 – 250	400 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dependiendo del mortero de reparación utilizado se puede reducir también el intersticio anular (b). Seguir las instrucciones del fabricante.

Tab. 05-2 Diámetro agujeros de barrena

### 05.02.02 Brida estanqueizante



Fig. 05-8 Brida estanqueizante

La brida estanqueizante permite estanqueizar los tubos RAUTHERMEX con respecto a los pasamuros a través de muros/elementos de hormigón. En los agujeros de barrena la estanqueización se realiza con vainas/manguitos pasamuros de PVC o fibrocemento.



La brida estanqueizante se debe utilizar solo con los tubos RAUTHERMEX.

#### Instrucciones de montaje y dimensiones del agujero de barrena

- Cuando se realicen varios pasos contiguos, se deberá respetar una distancia mínima de 30 mm entre los agujeros de barrena o los manguitos protectores.
- Los tubos RAUTHERMEX pueden estar posicionados con una desviación de máx. 7° dentro del agujero.
- Para introducir el tubo sin forzarlo hay que incrementar los radios de curvatura mínimos del Tab. 07-4 o de la tabla 07-5, en la página 78 en un factor de 2,5 en el ámbito de los pasamuros.
- Asegurar la posición del tubo dentro de la vaina pasamuros o del agujero de barrena.
- La brida estanqueizante debe colocarse siempre sin que quede forzada y no debe actuar como apoyo.

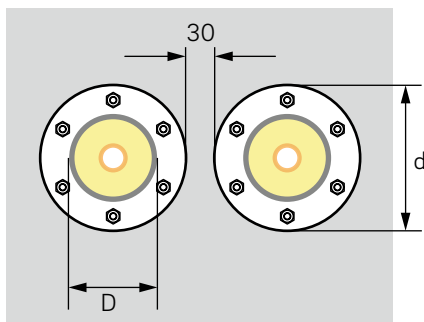


Fig. 05-9 Distancia agujero de barrena

Diámetro ext. cubierta tubo D [mm]	Diámetro del agujero de barrena d [mm]
76	125 ± 2
91	150 ± 2
111 – 142	200 ± 2
162 – 182	250 ± 2
202	300 ± 2
250	350 ± 2

Tab. 05-3 Diámetro agujeros de barrena



Antes de montar las bridas estanqueizantes sellar los agujeros de barrena con tratamiento conservante REHAU para agujeros de barrena.

#### 05.02.02.01 Brida estanqueizante RAUTHERMEX FA 80

Aplicación:

Como impermeabilización a través de construcciones de hormigón y en el manguito pasamuros a través de paredes y muros de fábrica de ladrillo en el caso de agua que ejerce una presión de hasta 15 m.c.a., en combinación con RAUTHERMEX.

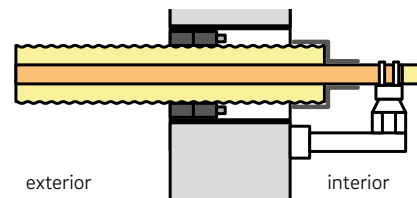


Fig. 05-10 Brida estanqueizante FA 80



A ser posible, la brida estanqueizante debería quedar enrasada con el paramento exterior del muro. Se debe evitar que sobresalga por el muro exterior.



### 05.02.02.02 Brida estanqueizante RAUTHERMEX FA 40

Aplicación:

- Para el centrado de los tubos dentro del manguito pasamuros o del agujero de barrena.
- Como impermeabilización a través de construcciones de hormigón y en el manguito pasamuros a través de paredes y muros de fábrica de ladrillo en el caso de agua que ejerce una presión de hasta 5 m.c.a., en combinación con tubos RAUTHERMEX para diámetros exteriores de 162 – 250 mm.

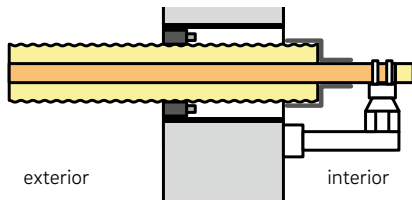


Fig. 05-11 Brida estanqueizante FA 40



A ser posible, la brida estanqueizante debería quedar enrasada con el paramento exterior del muro. Se debe evitar que sobresalga por el muro exterior.

### 05.02.02.03 Instrucciones de montaje de la brida estanqueizante



Fig. 05-12 Montaje con llave dinamométrica



Para poder reapretar la junta durante el servicio, las tuercas de la junta deben mirar hacia el interior del edificio.

Diámetro exterior RAUTHERMEX	Tornillos	Medida de llave [mm]	Par de apriete [Nm]
76	M 6	10	5
91	M 6	10	5
111 – 142	M 8	13	10
162 – 182	M 8	13	10
202	M 8	13	10
250	M 8	13	10

Tab. 05-4 Tornillos, medida de llave y par de apriete

**05.03 Estanqueización con respecto a vaina de apoyo de superficie rugosa**

Para el sellado de RAUVITHERM o RAUTHERMEX en pasamuros se puede utilizar también una vaina de apoyo de PVC con superficie rugosa y manga retráctil. La vaina de apoyo es adecuada para la instalación directa con mortero de reparación o para el empujado en hormigón. El sistema es estanco al agua hasta una presión de 2 m.c.a.

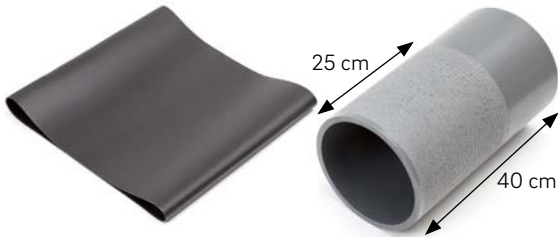


Fig. 05-13 Vaina de apoyo (con tramo rugoso)

Dimensiones RAUVITHERM / RAUTHERMEX		Diámetro vaina	
UNO	DUO	Exterior [mm]	Interior [mm]
25 – 40	–	160	143
50 – 90	25 – 50	225	202
110 – 125	63	280	252

Tab. 05-5 Diámetro del pasamuros para vainas de apoyo con superficie rugosa

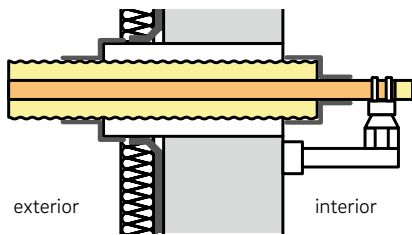


Fig. 05-14 Esquema de montaje vaina de apoyo con superficie rugosa



Permite ángulos entre el tubo entrante y la vaina de hasta 20°.

**05.04 Estanqueización con set para entrada en vivienda**

Para la instalación de RAUVITHERM o RAUTHERMEX en agujeros de barrena se puede utilizar alternativa-mente el set para entrada en vivienda REHAU con manga retráctil y una junta modular.



Fig. 05-15 Set para entrada en vivienda con tubo termorretráctil y junta modular

Diámetro cubierta ext. tubo [mm]	Diámetro del agujero de barrena [mm]
hasta 150	200 ± 2
hasta 210	300 ± 2

Tab. 05-6 Diámetro del agujero de barrera para el set para entrada en vivienda con manguito retráctil y junta modular



Fig. 05-16 Ejemplo de montaje Set para entrada en vivienda con tubo termorretráctil y junta modular

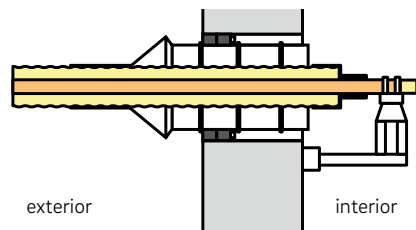


Fig. 05-17 Esquema de montaje Set para entrada en vivienda con tubo termorretráctil y junta modular



Permite ángulos entre el tubo entrante y la vaina de hasta 20°.

## 05.05 Acometidas prefabricadas

### 05.05.01 Codo para entrada en vivienda (rígido)



Fig. 05-18 Codos para entrada en vivienda UNO y DUO

Los codos para entrada en vivienda de REHAU permiten realizar entradas en viviendas que forman un ángulo de 90 grados con respecto a la acometida sin forzar el tubo. Este ejemplo de tendido se da mayormente en las entradas en viviendas sin sótano.

Los codos para entrada en vivienda están disponibles en las dimensiones 25 -160 (UNO) y 25 - 75 (DUO). Se pueden utilizar tanto con RAUVITHERM como con RAUTHERMEX.

#### Dimensiones y materiales

La longitud de los brazos es 1,60 m x 1,10 m.

Componente	Material
Tubo interno	Polietileno reticulado (PE-Xa)
Material aislante	Espuma de PU libre de CFCs
Cubierta exterior	Polietileno PE-HD, liso
Ángulo	Realizado con segmentos mediante el método de soldadura espejo

Tab. 05-7 Materiales del codo para entrada en vivienda rígido

#### Montaje

1. Montar el anillo estanqueizante para muro y posicionar el codo para entrada en vivienda en el lado de la solera/cimentación.
2. Fijar el brazo perpendicular.
3. Verter la solera/el cimiento.
4. Conectar los restantes tubos mediante una unión de manguito en l estándar.

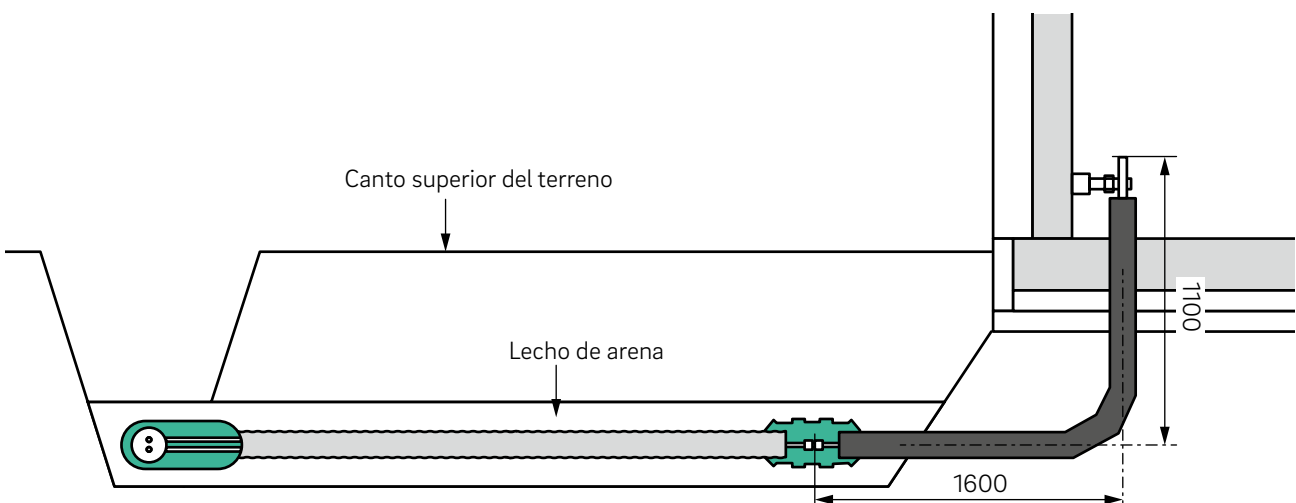


Fig. 05-19 Dimensiones del codo para entrada en vivienda (rígido)

#### Ventilación de líneas ya tendidas con extremo ciego

Si las tuberías conectadas a derivaciones en T están tendidas previamente, por ejemplo, para una acometida de vivienda, y presentan un extremo ciego, el tramo de tubería deberá presentar una ligera pendiente descendente de aprox. el 2 - 3 % a partir de la derivación en T, para que el aire eventualmente atrapado pueda escapar hacia la tubería principal durante el llenado de la tubería o la puesta en marcha.

### 05.05.02 Paso dentro de tubería vacía en edificios que no tienen sótano



Fig. 05-20 Entrada en vivienda con RAUTHERMEX mediante tubería vacía

Para realizar una acometida reversible del edificio a una red de calefacción, especialmente en el caso de edificios sin sótano, se recomienda pasar las tuberías dentro de una tubería vacía instalada previamente.

El tramo vertical de tubería  $h$  deberá ser lo suficientemente largo como para cubrir desde el canto inferior de la losa de cimentación hasta al menos 5 cm por encima del canto superior del pavimento. La integración estanca de la tubería vacía en el elemento constructivo de hormigón se realiza con un manguito pasamuros.

Con el fin de poder montar una brida estanqueizante en el extremo superior del tubo para un sellado hermético al gas del intersticio anular, la copa del tubo debe quedar situada arriba.

Los cambios de dirección de la tubería vacía se ejecutarán con codos de 15°.

El tramo de tubería vacía horizontal deberá presentar un largo suficiente como para que su extremo sea libremente accesible desde el exterior una vez realizada la losa de cimentación y para que quede situado fuera de la zona portante de los cimientos. Si es necesario, deberán preverse adicionalmente espacios para colocar andamios, de modo que pueda introducirse el tubo de abastecimiento de energía térmica desde el exterior dentro del tubo vacío durante cualquier fase de la obra. Aquí hay que tener en cuenta que las tuberías DUO están colocados dentro de la zanja con tubos internos superpuestos. Sin embargo, los tubos internos se torsionan al doblarlos verticalmente, de modo que quedan colocados en paralelo. Por lo tanto, debe haber suficiente longitud de tubo libre (mín. 3 m, dependiendo de la dimensión) antes del acodamiento hacia la vertical, para que el tubo preaislado pueda torcerse hasta 90°.

La transición entre el tubo y el tubo vacío se sella por fuera con tubo termorretráctil.

El intersticio anular debe ser suficientemente grande, para permitir el paso de la tubería. Dependiendo de las dimensiones de la tubería se debe dejar un intersticio anular de perimetralmente mín. 30 mm.

Utilizar componentes de sistema de canalización para saneamiento para cargas altas según EN 1852 con sistema de copa de enchufe, como por ejemplo REHAU AWADUKT PP SN 10 con sistema de estanqueización Safety-Lock.

Durante la fase de obras obturar en ambos extremos el tubo previamente tendido.

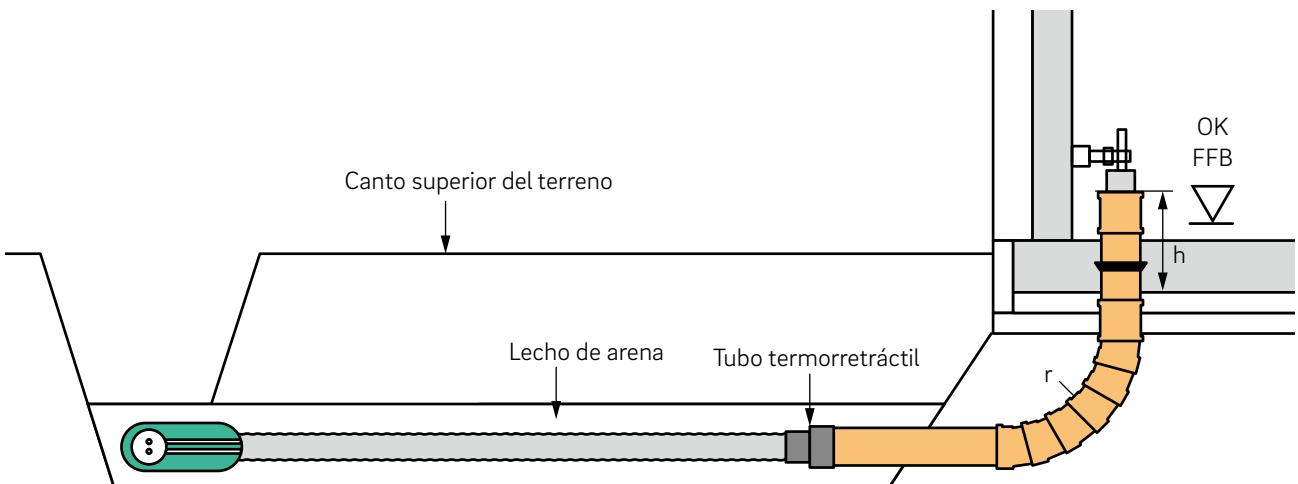


Fig. 05-21 Entrada en vivienda mediante tubería vacía

## 05.06 Cierres terminales

Para obturar los tubos en las entradas en viviendas se emplean unos capuchones. En función del tubo empleado se pueden utilizar los capuchones siguientes:

- RAUVITHERM
  - Capuchones de goma
  - Capuchones termorretráctiles
- RAUTHERMEX
  - Capuchones de goma
  - Capuchones termorretráctiles
  - Capuchones enchufables

Los capuchones de goma y los capuchones termorretráctiles quedan muy ajustados al tubo y tienen la función de impedir o dificultar la entrada de la humedad, pequeños animales e insectos en el tubo exterior.

### Cierres terminales Capuchones terminales de goma



Fig. 05-22 Capuchones de goma



Fig. 05-23 Terminación de tubo con capuchón de goma

Hay que tener en cuenta las alturas superpuestas de los capuchones terminales, tanto sobre el aislante del tubo como sobre los tubos interiores.

### Cierres terminales Capuchones termorretráctiles y enchufables



Fig. 05-24 Capuchones termorretráctiles



Fig. 05-25 Capuchones enchufables



Antes de montar los accesorios de conexión hay que montar los capuchones terminales. Retractilar cuidadosamente los capuchones retráctiles sobre el tubo interior, procurando no recalentarlo. Antes de proseguir con el montaje dejar enfriar completamente el tubo interno.

Si un tubo preaislado finaliza en el terreno es obligatorio montar capuchones termorretráctiles o capuchones terminales de toma con abrazaderas de acero inox (no incluidas). En este caso no es lícito utilizar capuchones enchufables.

### 05.07 Dilatación/abrazaderas de punto fijo

No es necesario utilizar brazos de dilatación ni liras para el tendido de los tubos RAUVITHERM y RAUTHERMEX enterrados. En el terreno el rozamiento de los tubos supera las fuerzas de dilatación de los tubos de material polimérico.

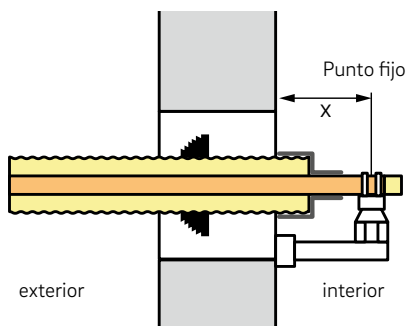
Para absorber las fuerzas de reacción resultado de la dilatación térmica, así como de la retracción, de los tubos internos en el ámbito de las entradas en las viviendas, hay que montar abrazaderas de punto fijo corrientes, capaces de absorber las fuerzas según Tab. 05-8 o Tab. 05-9.

Por una parte, los largos de tubo libres deberán ser lo más cortos posibles, para limitar la variación longitudinal de origen térmico. Por otra, se requieren en los extremos de los tubos largos mínimos adecuados para terminaciones (capuchones terminales), fijaciones (puntos fijos), conexiones con otros tubos (fittings y espacio de montaje) y, dado el caso, largos de reserva para facilitar la revisión.



Fijar las abrazaderas de punto fijo en arrastre de fuerza dentro de los canales de los accesorios o sobre el tubo interno, en arrastre de fuerza y topados antes del casquillo corredizo. No se deben fijar las abrazaderas de punto fijo sobre los casquillos corredizos.

Como alternativa se puede realizar un punto fijo en un sistema/componente rígido de prolongación o, en el caso de tuberías de acometida de vivienda muy cortas (< 5 m), se puede sustituir por la ejecución de un sistema de compensación o una lira.



#### Tubo interno SDR 11

Dimensiones Diámetro exterior x espesor de pared	Penetración en el edificio X (mín.)	Fuerzas en los puntos fijos por tubo interno
[mm]	[mm]	[kN]
20 x 1,9	400	0,6
25 x 2,3	400	0,9
32 x 2,9	400	1,3
40 x 3,7	400	2,0
50 x 4,6	450	2,9
63 x 5,8	450	4,2
75 x 6,8	450	5,3
90 x 8,2	450	6,0
110 x 10,0	450	6,3
125 x 11,4	500	7,8
140 x 12,7	500	9,8
160 x 14,6	500	12,8

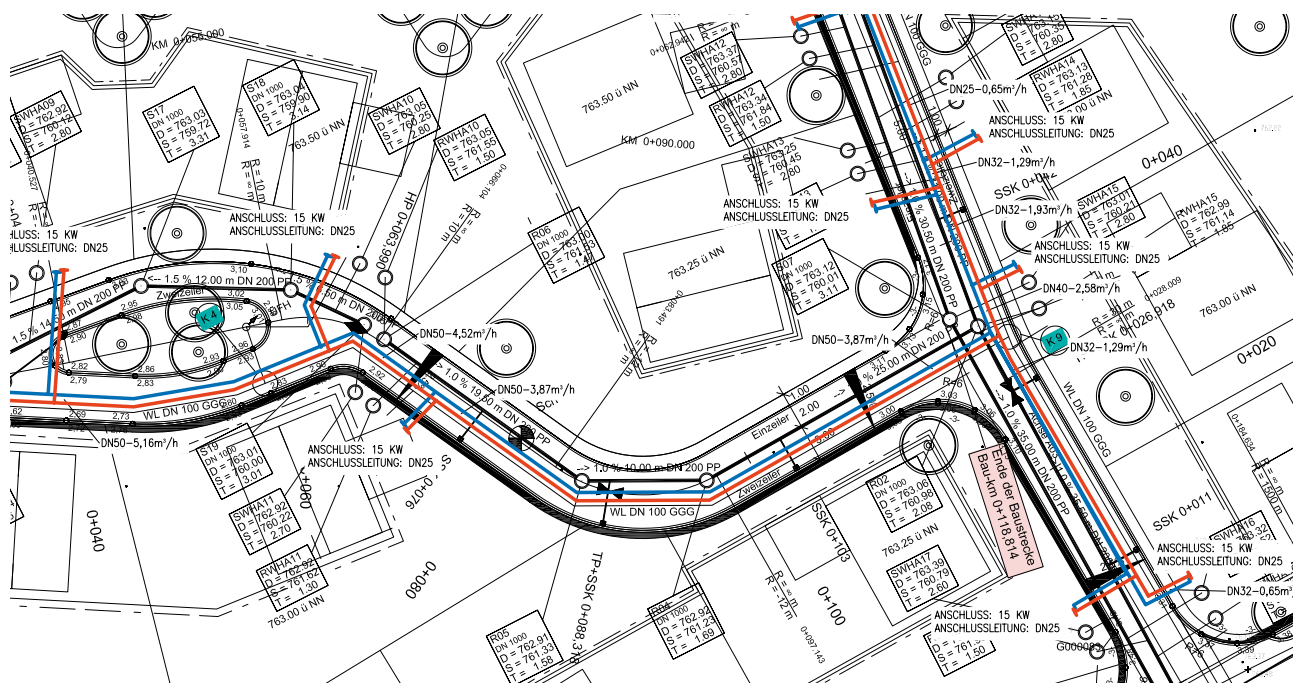
Tab. 05-8 Fuerzas en los puntos fijos para los tubos internos SDR 11

#### Tubo interno SDR 7,4

Dimensiones Diámetro exterior x espesor de pared	Penetración en el edificio X (mín.)	Fuerzas en los puntos fijos por tubo interno
[mm]	[mm]	[kN]
20 x 2,8	400	0,8
25 x 3,5	400	1,2
32 x 4,4	400	1,8
40 x 5,5	400	2,7
50 x 6,9	450	3,9
63 x 8,7	450	5,3

Tab. 05-9 Fuerzas en los puntos fijos para los tubos internos SDR 7,4

## 06 Proyectado y dimensionamiento de redes de calor a distancia



Fuente de la imagen: Gebäudetechnik Planung München UG

El abastecimiento con energía térmica mediante una red de calor consta generalmente de tres componentes principales:

- Instalación generadora de calor/fuente de calor
- Distribución de calor/sistema de tubos
- Estación de transferencia de calor (estación de acometida)

Como fuentes de calor se pueden emplear las fuentes de energía y tecnologías más variadas. Una red de District Klima o de calefacción urbana puede utilizar la energía de las instalaciones generadoras de calor más variadas, desde centrales de cogeneración, hasta energía generada de forma regenerativa a partir de sistemas solares térmicos o grandes bombas de calor, pasando por el calor residual de plantas industriales o de biogás. A menudo se integran también en las centrales de calefacción depósitos de inercia, para desacoplar temporalmente entre sí la generación del calor y la demanda de calor.

La distribución del calor se realiza mediante una red de tuberías. El fluido caloportador, que suele ser agua, es transportado dentro de sistemas de tubos poliméricos preaislados desarrollados específicamente para estos requisitos de temperatura y presión. Los sistemas de tuberías RAUVITHERM y RAUTHERMEX, de REHAU, resultan idóneos para este fin.

Las redes de District Klima se realizan casi exclusivamente como sistemas bitubo (impulsión/retorno). El agua calentada por la central de calefacción es transportada en la impulsión hasta los puntos de consumo de calor. El agua enfriada en estos puntos de consumo vuelve a la central de calefacción por el retorno y se reinicia el ciclo.

En las redes de District Klima se efectúa en la mayoría de los casos una separación hidráulica entre los circuitos primario (red de calefacción a distancia) y secundario (consumidor del circuito de calefacción) por medio de una estación de transferencia de calor. Por regla general se utilizan para ello intercambiadores de calor de placas. Sin embargo, la separación se puede realizar también mediante un depósito de inercia distribuido con intercambiador de calor tubular (ver el apdo. 06.03.02 en la página 51). En algunas redes pequeñas y tuberías de conexión se prescinde de esta separación hidráulica.



## 06.01 Topologías de red de calefacción a distancia

La forma de la red de District Climate viene determinada, sobre todo, por los condicionantes constructivos (trazado de las calles, situación espacial de los edificios a conectar, etc.), por el tamaño de la red y por la integración del o de los generadores de calor.

Fundamentalmente existen tres topologías de red:

### Redes radiales

Dada la simplicidad de su estructura, las redes radiales son las más usadas. Los recorridos cortos de las tuberías y los diámetros reducidos se traducen en costes bajos y en pérdidas térmicas reducidas. Sin embargo, representa una desventaja, las ampliaciones sólo son posibles a pequeña escala, debido a la reducida capacidad predeterminada de la red.

Ventajas:

- Proyecto sencillo de la red
- Esta topología de red siempre es posible

Desventaja:

- Las ampliaciones posteriores sólo son posibles a pequeña escala

### Redes en anillo

Para las zonas de suministro de mayor tamaño, con uno o más generadores de calor, se presta a menudo la topología de red en anillo. Gracias a la topología anular no sólo se pueden integrar varias instalaciones de generación, sino que resulta también una mayor seguridad de suministro, porque se tiene acceso a la mayoría de clientes mediante dos tuberías. Esto facilita la posterior ampliación de la red y la integración de consumidores. El trazado es en su conjunto más largo que en el caso de la red radial, de modo que pueden resultar mayores costes de inversión y pérdidas térmicas.

Ventajas:

- Integración de varios generadores de calor
- Mayor seguridad de suministro

Desventaja:

- Sólo es posible cuando la topología de red es apropiada
- Mayores costes en función del dimensionamiento de la red en anillo

### Redes en malla

Las redes en malla son redes en anillo anidadas. Proporcionan una seguridad de suministro óptima y mayores posibilidades de ampliación. Debido a sus elevados costes de inversión, mayormente se utilizan sólo en redes de calefacción a distancia para el ámbito urbano.

Ventajas:

- Seguridad de suministro óptima
- Es ampliable

Desventaja:

- Costes elevados, mayormente sólo para grandes redes

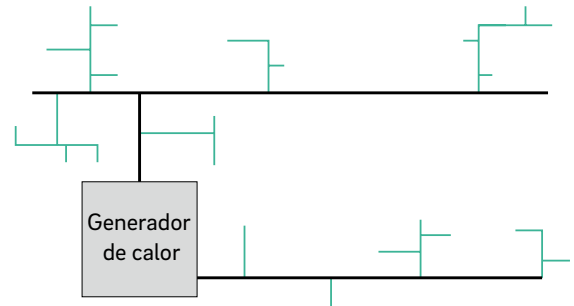


Fig. 06-1 Red radial

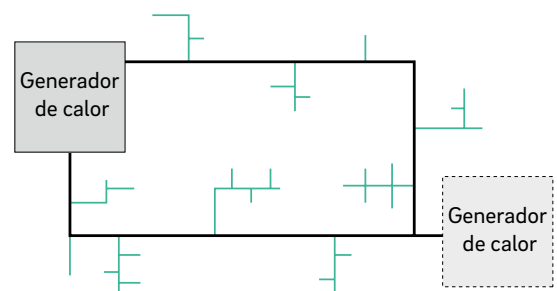


Fig. 06-2 Red en anillo

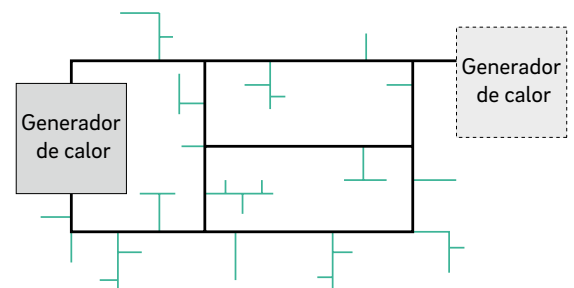


Fig. 06-3 Red en malla



## 06.02 Variantes de tendido

Existen las siguientes posibilidades para conectar los consumidores a la red de distrito:

### Método de derivación

Este método es la variante estándar para conectar los consumidores a una red de distrito. Cada abonado se conecta por separado directamente, o por grupos, a la red.

Ventajas:

- Flexibilidad de proyectado
- Sencillo tendido previo en los terrenos
- Se puede conectar posteriormente a la línea principal

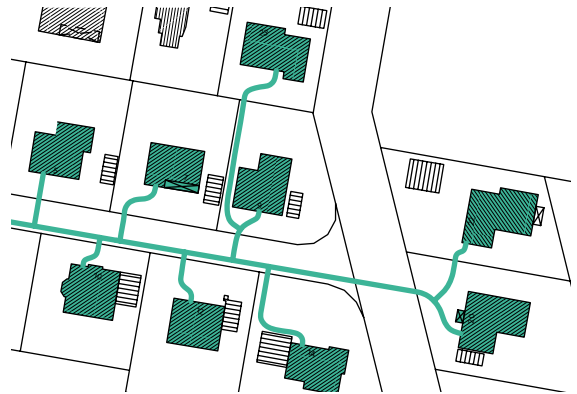


Fig. 06-4 Método de derivación

### Trazado "casa a casa" / método de conexión en bucle

En un trazado "casa a casa" se interconectan las viviendas y sólo se conectan como grupo a una tubería principal.

El método de conexión en bucle sólo se utiliza en casos aislados.

Ventajas:

- No se realizan conexiones enterradas
- Poca proporción de tendido bajo superficies compactadas.

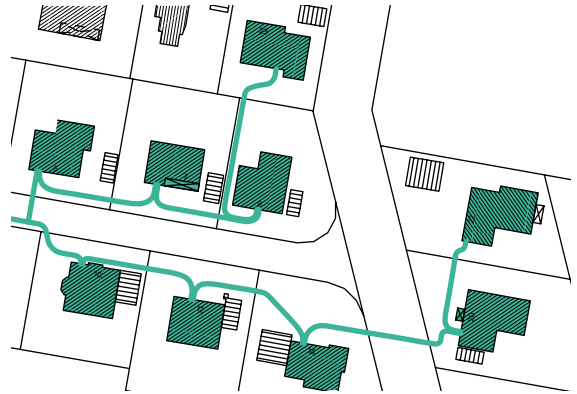


Fig. 06-5 Trazado "casa a casa" / método de conexión en bucle

### Unión entre distintos sistemas de tubería

Para la distribución de las redes de District Clima existen diversos sistemas de tubería. Éstos se pueden combinar entre sí, p. ej. en el caso de la ampliación de una red es posible realizar la conexión desde la red principal, realizada con tubería polimérica preaislada, a la acometida del nuevo edificio con un tubo interno polimérico flexible como RAUTHERMEX. Debido a sus diferentes características, también puede resultar razonable una combinación de diversos sistemas de tubo interno polimérico, tales como RAUTHERMEX y RAUVITHERM.

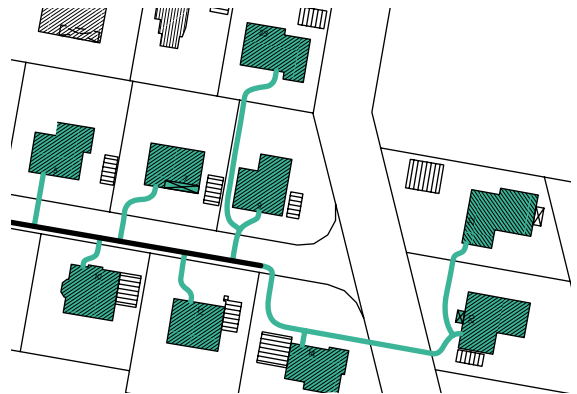


Fig. 06-6 Unión entre distintos sistemas de tubería

### 06.03 Dimensionamiento de la red

Las redes de District Clima están generalmente en servicio todo el año. Se dimensionan para soportar la carga pico del invierno. La mayor parte del año la red de calefacción a distancia sólo se opera con carga parcial y la potencia máxima se precisa muy pocas horas al año. Esto se puede apreciar en la curva monótona anual de demanda (ver Fig. 06-7) de una red de District Clima.

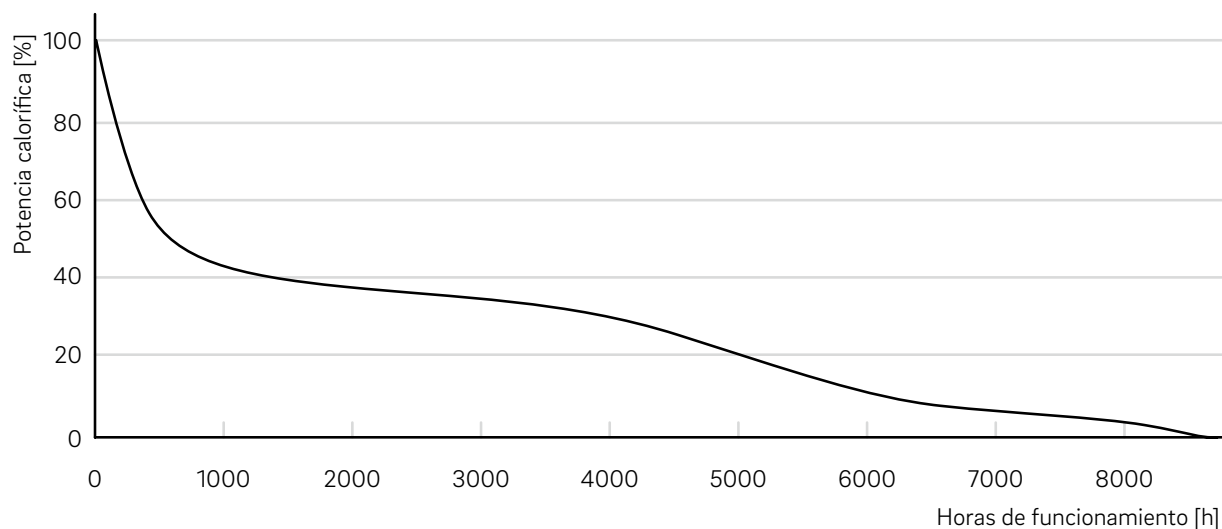


Fig. 06-7 Curva monótona anual de demanda

Generalmente se deberá diseñar una red de District Clima lo más ajustada posible.

Un proyectado y un diseño eficiente es la base para que una red de District Clima sea técnicamente realizable y viable económicamente.



Se deben considerar los pasos siguientes:

1. Determinación previa de los usuarios conectados / cálculo de la demanda de calor
2. Definición de los sistemas de abastecimiento con calefacción y del depósito de inercia
3. Fijación del trazado
4. Cálculo del factor de simultaneidad
5. Diseño del generador de calor y del depósito de inercia
6. Cálculo del caudal volumétrico y de la diferencia de temperaturas requerida
7. Dimensionamiento previo de la tubería de abastecimiento de energía térmica/determinación de la ruta crítica
8. Dimensionamiento final
9. Diseño de la bomba

### 06.03.01 Determinación previa de los usuarios conectados / cálculo de la demanda de calor

Se debe confeccionar un trazado aproximado basado en las primeras consultas a los usuarios, para poder estimar en una fase temprana la rentabilidad. La longitud del trazado, el número de usuarios conectados y su demanda calorífica influyen en gran medida sobre la eficiencia de la red abastecimiento de energía térmica y sobre los índices relevantes para la solicitud de subvenciones, como p. ej. el ratio entre demanda calorífica y longitud del trazado o la pérdida térmica porcentual.

Puesto que la rentabilidad de una red de District Climate aumenta, por regla general, a medida que crece el número de consumidores conectados y que se reduce la longitud de tubería por acometida, básicamente se persigue un ratio de acometidas lo más alta posible. Sin embargo, la no conexión de algunos usuarios más alejados puede, bajo determinadas circunstancias, tener un efecto positivo sobre la eficiencia del conjunto de la red de District Climate.

Una vez determinada la estructura de usuarios, hay que calcular la potencia nominal o la demanda térmica de cada uno de los consumidores. El uso de datos fiables es un requisito importante para el diseño eficiente y rentable de la red.

En la práctica, para un primer cálculo aproximado en la mayoría de los casos no se realiza un cálculo de la carga térmica. Para el cálculo de la carga térmica / la demanda térmica han demostrado ser útiles dos variantes:

- Consumo de energía de años anteriores, considerando el rendimiento y las horas de pleno uso de la caldera
- Índice de consumo de energía (la demanda térmica referida a la superficie de vivienda a climatizar) y las horas de utilización plena

En el abastecimiento de las viviendas de obra nueva hay que conceder especial importancia a la generación de ACS. Dependiendo del sistema, la potencia calorífica máxima para la generación de ACS supera varias veces la demanda de la calefacción de interiores.

### 06.03.02 Concreción de los sistemas de abastecimiento con calefacción y de depósito de inercia



Fig. 06-8 Termo acumulador centralizado

Ya en una fase temprana del proyectado de la red de District Climate hay que concretar qué sistema de abastecimiento con calefacción y de depósito de inercia se va a implementar. En la mayoría de los casos el calor se generará de forma centralizada y será distribuido por la central de calefacción. Sin embargo, también es posible la conexión de generadores de calor en diferentes puntos de alimentación.

Otro aspecto a clarificar en una fase temprana es la gestión del almacenamiento intermedio. Dado que la demanda térmica de la red de District Climate no sólo es estacional, sino que se ve sometida también a unas grandes fluctuaciones de carga en el transcurso del día, el uso de depósitos de inercia es recomendable. Esto permite desacoplar temporalmente la generación de calor y la demanda térmica.



El empleo de depósitos de inercia centralizados únicamente influye sobre la generación de calor. En cambio, el hecho de instalar depósitos de inercia distribuidos en cada usuario individual conectado, tiene también un efecto positivo sobre el dimensionamiento de los tubos, porque permite transportar el calor uniformemente a lo largo del tiempo.



Fig. 06-9 Termo acumulador

El sistema de suministro de calor y de almacenamiento intermedio tiene una influencia significativa en los factores de simultaneidad de los sectores de trazado individuales de la red de calefacción en su conjunto.

### 06.03.03 Fijación del trazado y de la ubicación de la central de calefacción

Paralelamente a las actividades descritas hasta ahora, debe especificarse un trazado provisional de la tubería y la ubicación de uno o, en caso necesario, más generadores de calor. Esto es necesario para poder determinar posteriormente el consumo simultáneo para los distintos trazados de tuberías (véase el capítulo 06.03.04). Para el trazado de las tuberías, deben tenerse en cuenta las condiciones locales, por ejemplo, el curso de los ríos, las carreteras que hay que atravesar, etc. La ubicación de la central de energía en el centro de la zona de suministro o cerca de los grandes consumidores de calor es ventajosa para el dimensionamiento de la red.

### 06.03.04 Cálculo del factor de simultaneidad

Debido a las necesidades individuales de calor de los consumidores en diferentes momentos, los picos de carga se distribuyen a lo largo del tiempo. Este efecto se tiene en cuenta mediante el factor de simultaneidad, que se define como la relación entre la potencia total máxima realmente precisada y la suma de las potencias nominales de todos los usuarios conectados.

$$FS = \frac{\dot{Q}_{\text{máx, precisada}}}{\sum \dot{Q}_{\text{nom.}}}$$

FS Factor de simultaneidad

$\dot{Q}_{\text{máx, precisada}}$  Potencia total máxima realmente precisada

$\sum \dot{Q}_{\text{nom.}}$  Suma de la potencia nominal de todos los usuarios conectados

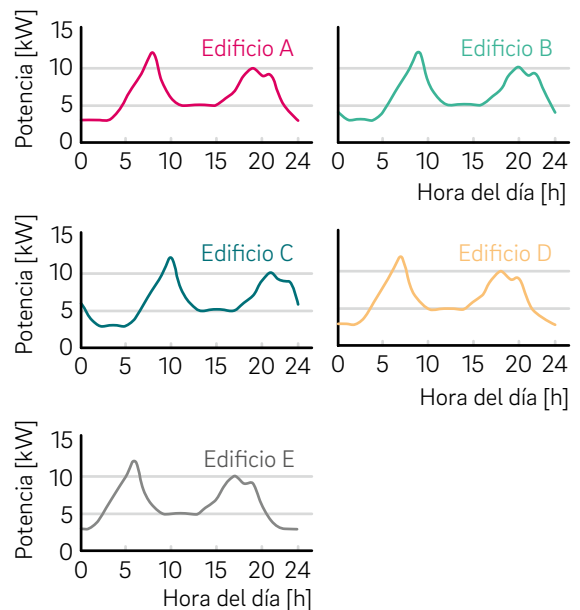


Fig. 06-10 Representación esquemática: Perfil de potencia de los diferentes puntos de consumo de la red de calefacción

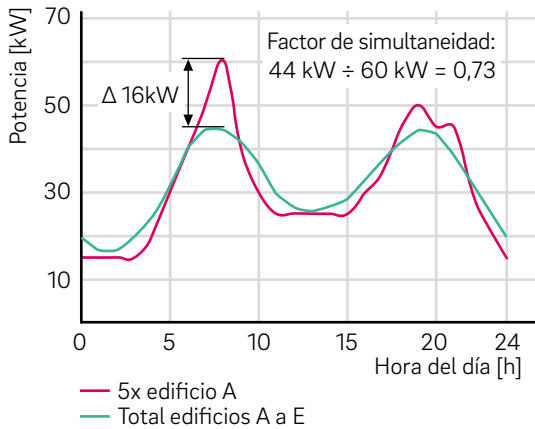


Fig. 06-11 Representación esquemática: Perfil de potencia con factor de simultaneidad, p. ej. para 5 edificios

Ejemplo:

- Número de usuarios conectados: 80
- Potencia nominal por usuario: 15 kW
- Potencia total máxima realmente precisada: 756 kW

$$FS = \frac{\dot{Q}_{\text{máx. precisada}}}{\sum \dot{Q}_{\text{nom.}}} = \frac{756 \text{ kW}}{80 \cdot 15 \text{ kW}} = 0,63$$

Se obtiene un factor de simultaneidad de 0,63. Por esta razón no es necesario transportar por la tubería principal 1200 kW, para cubrir la suma de la potencia nominal de todos los usuarios conectados, sino tan solo 756 kW.

La simultaneidad influye tanto sobre la generación de calor como sobre la propia red. En consecuencia, las tuberías de la red pueden optimizar su tamaño.

Los valores empíricos y los estudios demuestran que, a medida que aumenta el número de consumidores, se obtiene menor simultaneidad. En función del número de consumidores, el factor de simultaneidad resultante es un factor teórico entre 0,5 y 1,0 (ver Fig. 06-12).

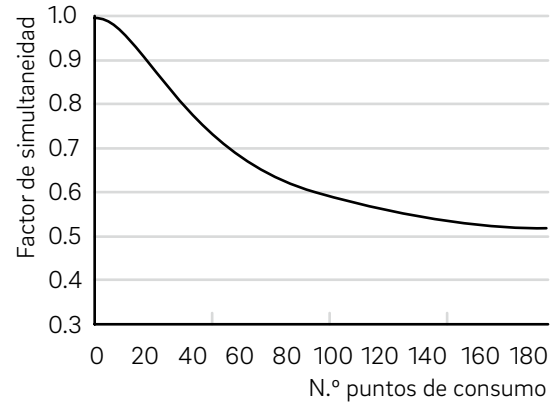


Fig. 06-12 Representación esquemática: Simultaneidad de la demanda térmica total en función del número de consumidores para una estructura de consumidores homogénea en edificios antiguos

Los factores de simultaneidad no dependen únicamente del número de usuarios conectados, sino también de su potencia nominal, de la tipología de los edificios (p. ej. obra nueva o edificio antiguo), del tipo de sistema de generación de ACS y, por último, pero no por ello menos importante, el uso de posibles acumuladores intermedios. Si se utilizan depósitos de inercia descentralizados, se requiere un análisis aparte. Los picos de carga que se producen son absorbidos en este caso en parte por el depósito de inercia del lado secundario, y, por tanto, se equilibran.

También hay que considerar por separado las aplicaciones en las que la generación de ACS se realiza de forma instantánea y requiere altas potencias. En este caso se registran las potencias caloríficas para la calefacción del edificio y para la generación de ACS por separado (ver el Formulario del edificio, página 68). Con respecto a la generación de ACS se calculan factores de simultaneidad separados dependiendo del número de puntos de consumo. Estos factores de simultaneidad difieren significativamente de los relativos a la demanda total de energía térmica. Estos sistemas se utilizan, sobre todo, en obra nueva residencial.

En resumen, para calcular el factor de simultaneidad hay que tener en cuenta los factores de influencia siguientes:

- Número de usuarios conectados
- Potencia nominal de los usuarios individuales conectados
- Tipología de los edificios de los usuarios conectados (obra nueva/edificio antiguo)
- Sistema de depósito de inercia
- Sistema de generación de ACS

Como el factor de simultaneidad depende de varios factores, no existe un valor unificado para las redes de District Clima. Hay que calcularlo para cada tubería o ramal individual. Habitualmente la tubería principal que parte de la central de calefacción presenta el factor de simultaneidad más bajo y éste aumenta a lo largo de la red, hasta llegar a las acometidas de las fincas.



El Centro de cálculo REHAU puede calcular las simultaneidades individuales de cada proyecto específico e incorporar los resultados al diseño.



¡Para diseñar eficientemente es obligatorio considerar el factor de simultaneidad! ¡De no considerar el factor de simultaneidad se sobredimensionará la red, lo cual se traducirá en unos costes de inversión y de explotación innecesariamente elevados!

### 06.03.05 Diseño generador de calor y depósito de inercia

La potencia máxima precisada de la red de calefacción a distancia es determinante para el diseño del o de los generadores de calor y depósitos de inercia. Generalmente se abastece con calefacción por medio de varios generadores de calor.

Se habla de un reparto modular de la potencia cuando, en función de la demanda, se emplean diversos generadores de calor, que pueden trabajar en regímenes óptimos para cada caso:

- carga base (p. ej. mediante una central de cogeneración)
- carga media (p. ej. mediante una caldera de astillas de madera)
- carga pico (p. ej. mediante una caldera de gasóleo)

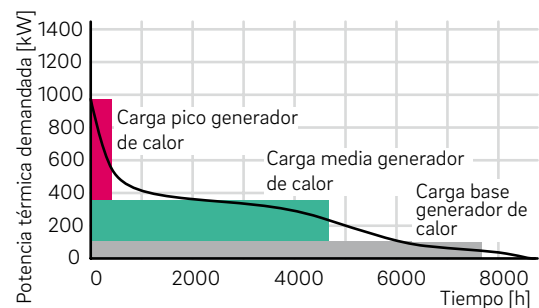


Fig. 06-13 Curva de carga anual con un generador de calor modular

La selección del generador de calor debe ajustarse a los recursos disponibles a nivel local.

Para minimizar los ciclos de arranque y parada de los generadores de calor se recomienda utilizar depósitos de inercia. Tal como se ha mencionado en el apdo. 06.03.02 éstos se pueden integrar de forma centralizada o distribuida en la red. El dimensionamiento de los depósitos de inercia debe estar adaptado a los generadores de calor, a las variaciones temporales de la demanda térmica y a las características del lugar de instalación.

### 06.03.06 Cálculo de los caudales volumétricos/saltos térmicos necesarios

Si se conocen los trazados y las demandas térmicas, se pueden calcular los caudales volumétricos necesarios para el dimensionamiento de la tubería de abastecimiento de energía térmica.

Para ello hay que definir la diferencia objetivo entre la temperatura de la impulsión y la temperatura del retorno.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot (\vartheta_V - \vartheta_R) \cdot \rho}$$

$\dot{V}$  Caudal volumétrico [l/s]

$\dot{Q}$  Flujo de calor [kW]

$c_p$  Calor específico del agua [kJ/kg·K]

$\vartheta_V$  Temperatura en la impulsión de la red [°C]

$\vartheta_R$  Temperatura en el retorno de la red [°C]

$\rho$  Densidad [kg/l]

Las temperaturas típicas en la impulsión de las redes district heating son de 60 – 80 °C y las temperaturas en el retorno de 30 – 60 °C. En la práctica los saltos térmicos suelen situarse entre 20 K y 40 K. El objetivo es alcanzar diferencias de temperatura lo más grandes posibles, porque en este caso se puede reducir el caudal volumétrico manteniendo constante la potencia requerida. Aun así, se deberán mantener por principio lo más bajas posibles las temperaturas del sistema, con el fin de prevenir pérdidas térmicas innecesarias.

No obstante, el caudal volumétrico y el salto térmico entre la impulsión y el retorno no se mantienen todo el año constantes en el mismo valor. Generalmente la potencia máxima requerida se precisa únicamente en los días más fríos de los meses invernales, razón por la cual no es necesario ponerla a disposición todo el año. Consecuentemente, en la mayoría de los casos la red es operada mediante una forma mixta de regulación del caudal y regulación de la temperatura. Gracias a este método de regulación combinado se puede responder rápidamente a los picos de carga de corta duración mediante un incremento del caudal desde un depósito de inercia. Las fluctuaciones de carga temporales y estacionales se pueden compensar con una regulación de la temperatura de la red, de forma que cuando la potencia precisada es menor se producen también menos pérdidas térmicas (ver Fig. 06-14).

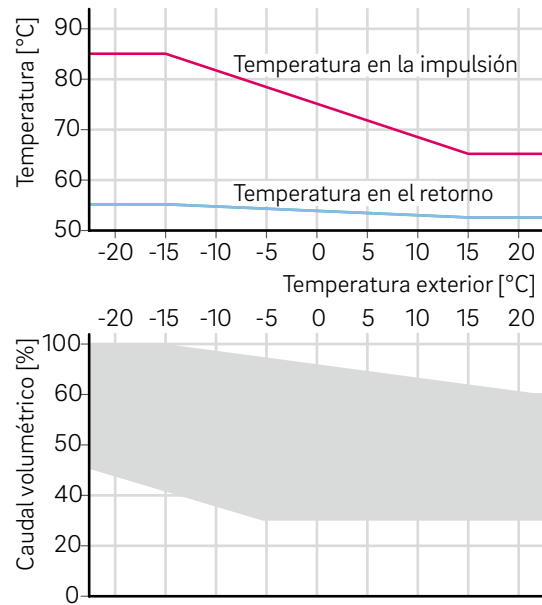


Fig. 06-14 Regulación de la red, operación modulante a partir de regulación de la temperatura y del caudal

### 06.03.07 Dimensionamiento previo de la tubería de la red de distrito / indentificación de la ruta crítica

Para el dimensionamiento se toman como base los caudales volumétricos máximos requeridos de los trazados individuales. Para el dimensionamiento se aplica el principio: lo más pequeño posible, tan grande como resulte necesario. En la gráfica siguiente se ilustra la dependencia de los costes de la red de calefacción a distancia de los principales factores:

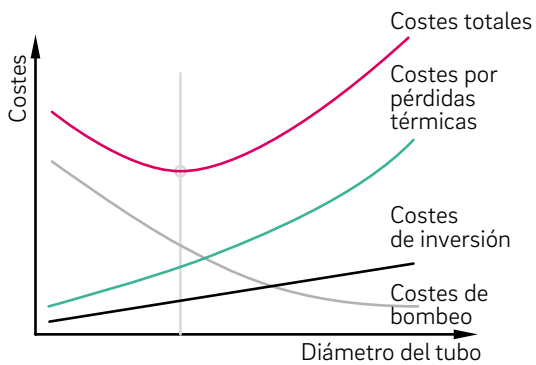


Fig. 06-15 Costes de la red de distrito en función del diámetro de los tubos

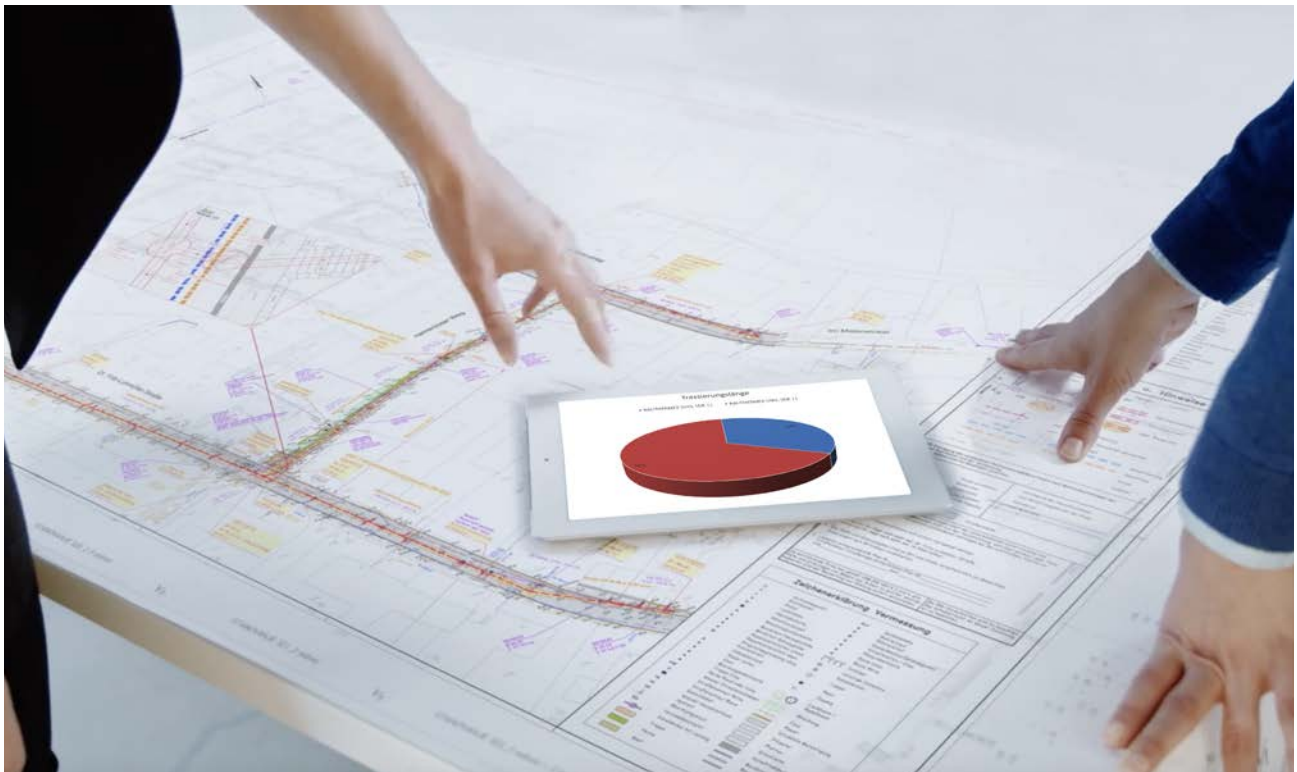
Por una parte, los costes de inversión y los costes por pérdidas térmicas aumentan a medida que se incrementa el diámetro de los tubos. Por otra, los costes por consumo eléctrico de las bombas caen gracias a las menores pérdidas de carga en la red. Un dimensionamiento óptimo minimiza los costes totales.

En el dimensionamiento de la red de tuberías completa se debe tener en cuenta la presión máxima admisible.

La carga total a la que se ve sometido el sistema de tuberías tiene tres componentes principales:

- Presión de servicio
- Presión geodésica (estática)
- Pérdida de carga en tubos, fittings, accesorios y HIUs (Unidad de Interfaz Térmica)

La presión de servicio (en la mayoría de los casos aprox. 1,5 bares), la presión geodésica y la pérdida de carga causada por la transferencia de calor o la estación de acometida de la vivienda determinan la pérdida de carga por flujo máxima admitida en la red.





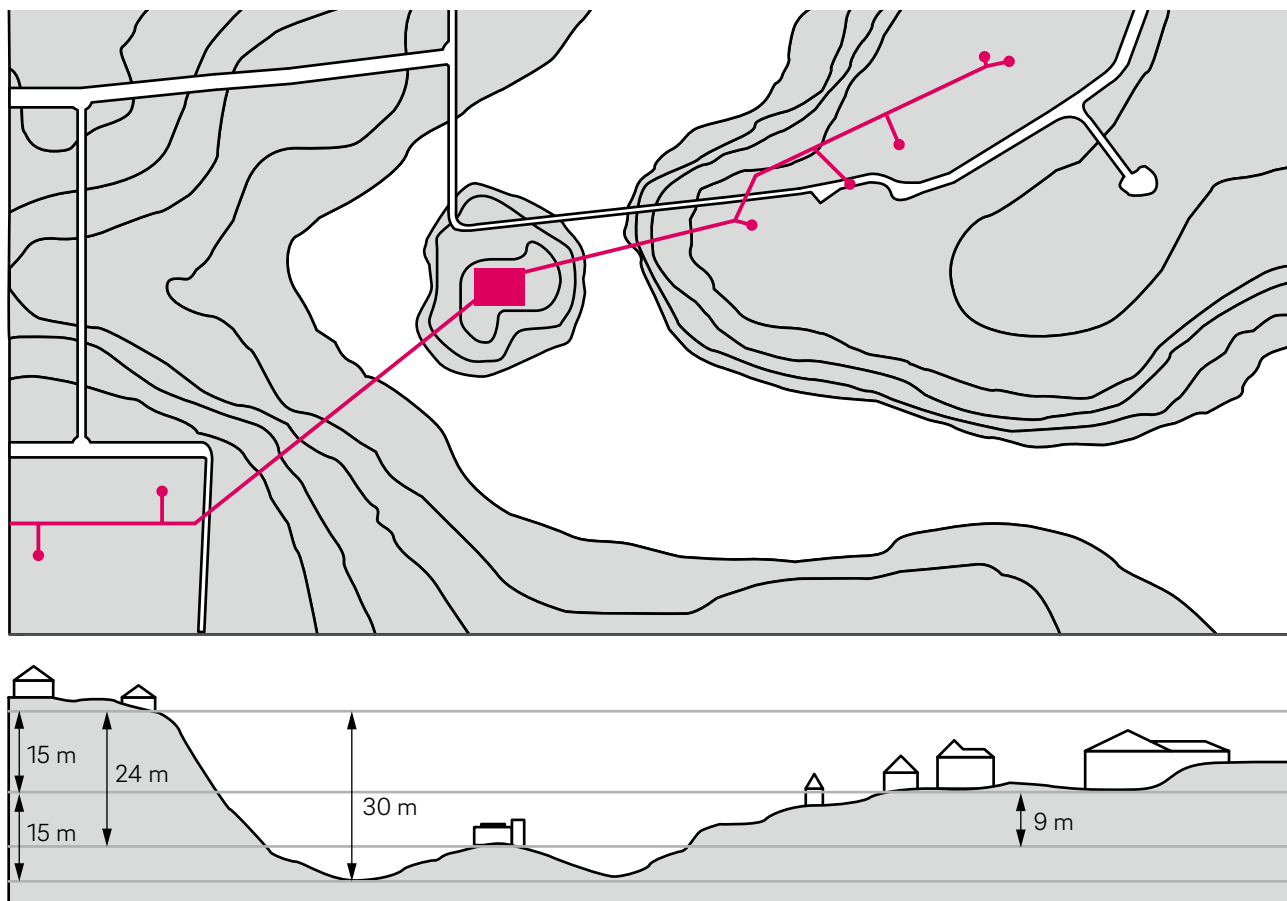


Fig. 06-16 Ejemplo de perfil de alturas de una red de distrito

Como parámetro de diseño para el primer dimensionamiento previo se toma la pérdida de carga específica. En función del tamaño de la red, en la práctica se utiliza un valor orientativo de 200-250 Pa/m. El objetivo del predimensionamiento es identificar la ruta crítica y su pérdida de carga en toda la red.

#### Dimensionamiento y cálculo de la pérdida de carga, tubos de SDR 11

Para el dimensionamiento de las tuberías y el cálculo de las pérdidas de carga se pueden consultar las tablas y los factores correctores dependientes de la temperatura indicados en las páginas siguientes. Estas tablas son válidas tanto para las tuberías UNO como para las DUO.

En el ejemplo siguiente se esboza el modo operativo.

#### Ejemplo y modo operativo paso a paso:

Base de partida: Hay que transportar 46 kW por un trazo de 100 m de longitud. El salto térmico de la red es de 20 K.


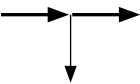
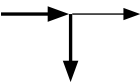
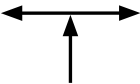
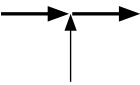
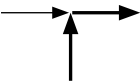
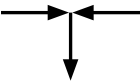

1. Cálculo de la potencia a transportar en el ramal o del caudal: 46 kW con un salto térmico de 20 K dan un caudal volumétrico de 0,55 l/s
2. Dimensionamiento previo: Deberá dimensionarse la tubería lo más pequeña posible, pero sin rebasar la pérdida de carga específica de 200 – 250 Pa/m. Selección de la dimensión 40 x 3,7 (con una pérdida de carga específica de 135,4 Pa/m)
3. Cálculo de la pérdida de carga: Para una longitud de trazo de 100 m se obtiene una longitud total de tubo de 200 m

$$R_{\text{tot}} = 200 \text{ m} \cdot 135,4 \text{ Pa/m} = 27080 \text{ Pa} = 0,27 \text{ bar}$$

Las pérdidas de carga dependen además de la temperatura del fluido. Las pérdidas de carga indicadas en las tablas son aplicables al agua con una temperatura de 80°C. Cuanto menor es la temperatura del agua, mayor es su viscosidad y, con ello, mayor la pérdida de carga. En el caso de temperaturas variables, las pérdidas de carga pueden calcularse de forma aproximada con los valores de referencia (factores) para las respectivas temperaturas medias que figuran en la tabla "Pérdida de carga para temperaturas variables, desde 10 °C hasta 95 °C" en la página 61.

Predimensionando de esta forma todos los trazados, se puede identificar la ruta crítica sumando las pérdidas de carga de cada sección. En la mayoría de los casos, éste será el trayecto hasta el punto de conexión más distante.

Además, para el cálculo de la pérdida de carga deben tenerse en cuenta los coeficientes de pérdida de carga individuales (valores zeta) de los accesorios en los respectivos tramos de trazado y nodos. Se pueden utilizar para cada componente los siguientes valores orientativos.

Denominación	Icono	Valor $\zeta$
Ángulo 90°		1,3
Derivación en T Paso		0,3
Salida derivación en T		1,3
Derivación en T a contracorriente		1,5
Paso colector en T		0,9
Salida colector en T		2,0
Colector en T a contracorriente		3,0
Reducción		0,4

Tab. 06-1  $\zeta$  Valores orientativos para accesorios

Los valores  $\zeta$  deben utilizarse solo a modo orientativo. De hecho, dependen de las geometrías exactas de los fittings y de las velocidades de flujo en ellos. De allí resulta también una diferencia entre los casquillos corredizos y los fittings FUSAPEX.

Los valores son suficientes para un cálculo aproximado, ya que no son significativos en un trazado corriente con tramos de tubería comparativamente largos.



Los cálculos realizados desde el centro de cálculo REHAU tienen en cuenta los valores  $Z$  de cada accesorio para el cálculo de pérdida de carga total.

### 06.03.08 Dimensionamiento final

En muchos casos, las tuberías que no se encuentran en el camino crítico pueden dimensionarse a tamaños incluso menores. En estos casos se admite una desviación con respecto al valor orientativo de pérdida de carga específica. Una pérdida de calor algo mayor en los ramales parciales compensa parcialmente el equilibrio hidráulico, de por sí también necesario. Aparte de esto, un dimensionamiento más ajustado de los ramales secundarios no críticos permite reducir costes de inversión y las pérdidas térmicas.

Al repetir el dimensionamiento se deberán tener en cuenta dos aspectos:

- La velocidad de flujo en las tuberías no debería superar los 0,7 – 2,0 m/s en función de la dimensión específica (ver Tab. 06-2, zona en gris)
- Ajustando el tamaño de las tuberías en los subtramos no críticos su pérdida de carga no debe superar la pérdida de carga de la ruta crítica determinada originalmente.

Tras el dimensionamiento, las situaciones especiales de la red deben considerarse de nuevo por separado, por ejemplo:

- Especificación de válvulas de cierre preaisladas
- Transición de las tuberías UNO a las DUO
- Uso de tubos bifurcados en las acometidas de los edificios
- Unificación y conexión de usuarios contiguos a la tubería principal o un ramal parcial

Finalmente hay que trasladar todos los cambios resultantes al diseño de la red.



Para el diseño eficiente de la red de distrito se deberán tener en cuenta todos los pasos descritos en los apdos. 06.03.01 hasta 06.03.08.

### 06.03.09 Dimensionamiento de la bomba

La altura de bombeo y la velocidad máxima a transportar son importantes para el dimensionamiento de la bomba y se derivan del diseño real de la red.

Por razones de eficiencia, se recomienda el uso de bombas de velocidad variable en las redes de calor.

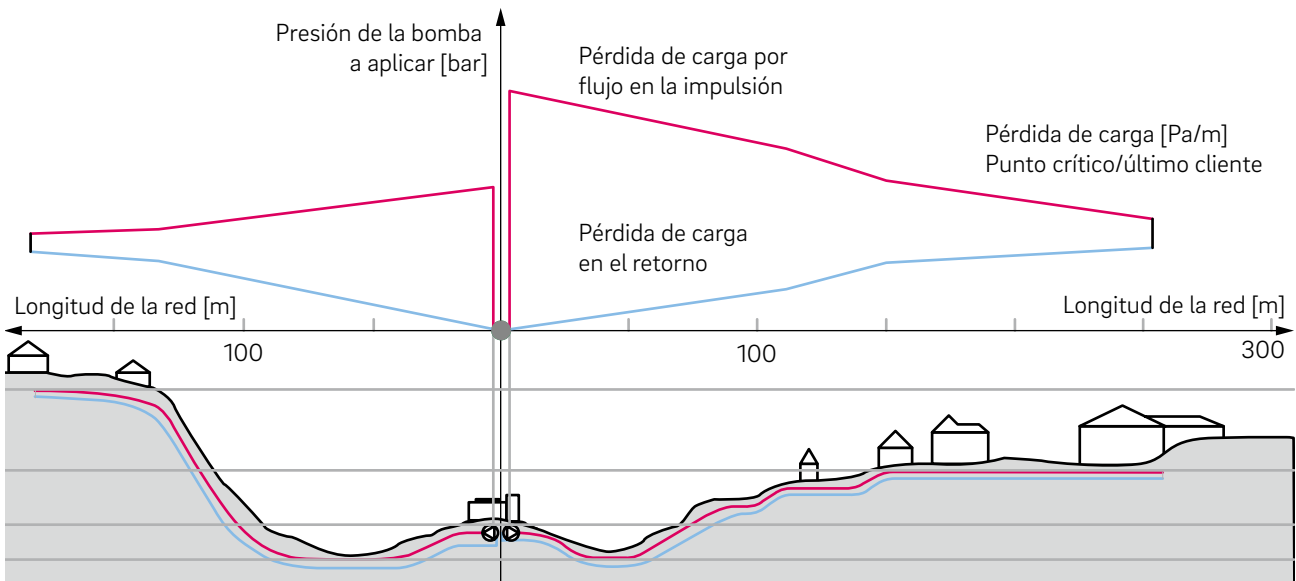


Fig. 06-17 Dimensionamiento de la bomba

## Pérdida de carga tubo interno SDR 11 a 80 °C

Caudal volumétrico		Potencia para una diferencia de temperaturas			20 x 1,9		25 x 2,3		32 x 2,9		40 x 3,7		50 x 4,6		63 x 5,8	
[l/s]	[l/h]	20 K	30 K	40 K	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
		[kW]	[kW]	[kW]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]
0,06	216	5,0	7,5	10,0	0,29	75,1	0,18	25,0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	252	5,9	8,8	11,7	0,34	98,6	0,21	32,7	-	-	-	-	-	-	-	-
0,08	288	6,7	10,0	13,4	0,39	124,9	0,24	41,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,09	324	7,5	11,3	15,1	0,44	154,0	0,28	50,9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	360	8,4	12,6	16,7	0,49	185,8	0,31	61,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,11	396	9,2	13,8	18,4	0,53	220,3	0,34	72,6	-	-	-	-	-	-	-	-
0,12	432	10,0	15,1	20,1	0,58	257,4	0,37	84,8	-	-	-	-	-	-	-	-
0,13	468	10,9	16,3	21,8	0,63	297,2	0,40	97,7	0,24	29,4	-	-	-	-	-	-
0,14	504	11,7	17,6	23,4	0,68	339,5	0,43	111,5	0,26	33,6	-	-	-	-	-	-
0,15	540	12,6	18,8	25,1	0,73	384,4	0,46	126,2	0,28	37,9	-	-	-	-	-	-
0,16	576	13,4	20,1	26,8	0,78	431,9	0,49	141,6	0,30	42,5	-	-	-	-	-	-
0,18	648	15,1	22,6	30,1	0,87	534,5	0,55	174,9	0,33	52,4	-	-	-	-	-	-
0,20	720	16,7	25,1	33,5	0,97	647,1	0,61	211,3	0,37	63,2	-	-	-	-	-	-
0,22	792	18,4	27,6	36,8	1,07	769,6	0,67	250,9	0,41	74,9	-	-	-	-	-	-
0,24	864	20,1	30,1	40,2	1,16	902,0	0,73	293,5	0,45	87,5	-	-	-	-	-	-
0,26	936	21,8	32,7	43,5	1,26	1044,1	0,80	339,3	0,48	101,0	0,31	35,3	-	-	-	-
0,28	1008	23,4	35,2	46,9	1,36	1196,0	0,86	388,1	0,52	115,4	0,34	40,3	-	-	-	-
0,30	1080	25,1	37,7	50,2	1,46	1357,6	0,92	439,9	0,56	130,7	0,36	45,5	-	-	-	-
0,35	1260	29,3	44,0	58,6	-	-	1,07	582,4	0,65	172,5	0,42	60,0	-	-	-	-
0,40	1440	33,5	50,2	67,0	-	-	1,22	743,5	0,74	219,6	0,48	76,3	-	-	-	-
0,45	1620	37,7	56,5	75,3	-	-	1,38	922,9	0,83	272,0	0,54	94,3	0,34	31,9	-	-
0,50	1800	41,9	62,8	83,7	-	-	-	-	0,93	329,4	0,60	114,0	0,38	38,6	-	-
0,60	2160	50,2	75,3	100,5	-	-	-	-	1,11	459,6	0,72	158,6	0,46	53,5	-	-
0,70	2520	58,6	87,9	117,2	-	-	-	-	1,30	609,8	0,84	209,8	0,54	70,7	-	-
0,80	2880	67,0	100,5	134,0	-	-	-	-	1,48	779,8	0,96	267,7	0,61	90,0	-	-
0,90	3240	75,3	113,0	150,7	-	-	-	-	-	-	1,08	332,0	0,69	111,4	0,43	36,4
1,00	3600	83,7	125,6	167,4	-	-	-	-	-	-	1,20	402,8	0,76	134,9	0,48	44,1
1,10	3960	92,1	138,1	184,2	-	-	-	-	-	-	1,32	480,0	0,84	160,5	0,53	52,3
1,20	4320	100,5	150,7	200,9	-	-	-	-	-	-	1,44	563,5	0,92	188,1	0,58	61,3
1,30	4680	108,8	163,3	217,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,99	217,8	0,63	70,8
1,40	5040	117,2	175,8	234,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	249,5	0,67	81,0
1,50	5400	125,6	188,4	251,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,15	283,2	0,72	91,9
1,60	5760	134,0	200,9	267,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,22	318,8	0,77	103,4
1,80	6480	150,7	226,0	301,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	396,2	0,87	128,2
2,00	7200	167,4	251,2	334,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	481,3	0,96	155,4
2,20	7920	184,2	276,3	368,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	574,3	1,06	185,1
2,40	8640	201	301	402	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	675,1	1,16	217,2
2,60	9360	218	327	435	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	783,6	1,25	251,8
2,80	10080	234	352	469	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	288,7
3,00	10800	251	377	502	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	327,9
3,25	11700	272	408	544	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	380,4
3,50	12600	293	440	586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	436,5
3,75	13500	314	471	628	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	496,2
4,00	14400	335	502	670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	559,6

Tab. 06-2 Parte 1 de la tabla de pérdidas de carga tubo interno SDR 11 a 80 °C

Rango de diseño recomendado para los tubos internos REHAU de SDR 11, incluyendo los componentes de unión REHAU:

Recomendada técnica de unión mediante casquillo corredizo y FUSAPEX

Recomendada técnica de unión FUSAPEX

x,xx Máxima velocidad de flujo posible con la técnica de unión de casquillo corredizo

(velocidad de flujo máxima con una caída de presión en parte muy alta (Pa/m) → ya no se recomienda en el ramal crítico)

## Pérdida de carga tubo interno SDR 11 a 80 °C

Caudal volumétrico		Potencia para una diferencia de temperaturas			75 x 6,8		90 x 8,2		110 x 10		125 x 11,4		140 x 12,7		160 x 14,6	
[l/s]	[l/h]	20 K	30 K	40 K	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
		[kW]	[kW]	[kW]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]
2,40	8640	201	301	402	0,81	91,3	0,56	37,9	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	9360	218	327	435	0,88	105,7	0,61	43,8	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	10080	234	352	469	0,95	121,0	0,66	50,1	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	10800	251	377	502	1,01	137,4	0,71	56,8	-	-	-	-	-	-	-	-
3,25	11700	272	408	544	1,10	159,2	0,76	65,8	-	-	-	-	-	-	-	-
3,50	12600	293	440	586	1,18	182,4	0,82	75,3	-	-	-	-	-	-	-	-
3,75	13500	314	471	628	1,27	207,2	0,88	85,5	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	14400	335	502	670	1,35	233,4	0,94	96,2	-	-	-	-	-	-	-	-
4,25	15300	356	534	712	1,44	261,2	1,00	107,6	0,67	40,4	-	-	-	-	-	-
4,50	16200	377	565	753	1,52	290,4	1,06	119,5	0,71	44,8	-	-	-	-	-	-
4,75	17100	398	597	795	1,60	321,0	1,12	132,0	0,75	49,5	-	-	-	-	-	-
5,00	18000	419	628	837	1,69	353,1	1,18	145,1	0,79	54,4	-	-	-	-	-	-
5,25	18900	440	659	879	1,77	386,7	1,23	158,8	0,83	59,5	-	-	-	-	-	-
5,50	19800	460	691	921	1,86	421,7	1,29	173,0	0,86	64,8	-	-	-	-	-	-
5,75	20700	481	722	963	1,94	458,1	1,35	187,9	0,90	70,3	-	-	-	-	-	-
6,00	21600	502	753	1005	-	-	1,41	203,3	0,94	76,0	-	-	-	-	-	-
6,25	22500	523	785	1047	-	-	1,47	219,3	0,98	81,9	-	-	-	-	-	-
6,50	23400	544	816	1088	-	-	1,53	235,8	1,02	88,0	-	-	-	-	-	-
7,0	25200	586	879	1172	-	-	1,65	270,7	1,10	100,9	0,85	54,3	-	-	-	-
7,5	27000	628	942	1256	-	-	1,76	307,8	1,18	114,6	0,91	61,6	-	-	-	-
8,0	28800	670	1005	1340	-	-	1,88	347,1	1,26	129,2	0,98	69,4	-	-	-	-
8,5	30600	712	1067	1423	-	-	2,00	388,7	1,34	144,5	1,04	77,6	-	-	-	-
9,0	32400	753	1130	1507	-	-	-	-	1,41	160,7	1,10	86,2	-	-	-	-
9,5	34200	795	1193	1591	-	-	-	-	1,49	177,6	1,16	95,3	-	-	-	-
10,0	36000	837	1256	1674	-	-	-	-	1,57	195,4	1,22	104,7	0,97	59,8	-	-
10,5	37800	879	1319	1758	-	-	-	-	1,65	214,0	1,28	114,6	1,02	65,5	-	-
11,0	39600	921	1381	1842	-	-	-	-	1,73	233,4	1,34	125,0	1,07	71,3	-	-
12,0	43200	1005	1507	2009	-	-	-	-	1,89	274,5	1,46	146,9	1,16	83,8	-	-
13,0	46800	1088	1633	2177	-	-	-	-	2,04	318,8	1,58	170,4	1,26	97,2	0,97	50,9
14,0	50400	1172	1758	2344	-	-	-	-	-	-	1,71	195,7	1,36	111,5	1,04	58,4
15,0	54000	1256	1884	2512	-	-	-	-	-	-	1,83	222,6	1,45	126,7	1,12	66,3
16,0	57600	1340	2009	2679	-	-	-	-	-	-	1,95	251,1	1,55	142,9	1,19	74,7
17,0	61200	1423	2135	2846	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	160,0	1,27	83,6
18,0	64800	1507	2260	3014	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	178,0	1,34	92,9
19,0	68400	1591	2386	3181	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	196,9	1,41	102,8
20,0	72000	1674	2512	3349	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	216,7	1,49	113,0
21,0	75600	1758	2637	3516	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56	123,8
22,0	79200	1842	2763	3684	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	135,0
24,0	86400	2009	3014	4019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	158,8
26,0	93600	2177	3265	4353	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	184,5
28,0	100800	2344	3516	4688	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	212,0
30,0	108000	2512	3767	5023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 06-3 Parte 2 de la Tabla de pérdidas de carga tubo interno SDR 11 a 80 °C

Rango de diseño recomendado para los tubos internos REHAU de SDR 11, incluyendo los componentes de unión REHAU:

	Recomendada técnica de unión mediante casquillo corredizo y FUSAPEX
	Recomendada técnica de unión FUSAPEX

x,xx Máxima velocidad de flujo posible con la técnica de unión de casquillo corredizo

(velocidad de flujo máxima con una caída de presión en parte muy alta (Pa/m) → ya no se recomienda en el ramal crítico)

## Pérdida de carga para temperaturas variables, desde 10 °C hasta 95 °C

Temperatura del medio	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	75°C	80°C	85°C	90°C	95°C
Factor corrector de la pérdida de carga	1,333	1,292	1,255	1,227	1,197	1,170	1,145	1,122	1,101	1,082	1,063	1,046	1,030	1,014	1,000	0,986	0,973	0,961

## Pérdida de carga tubo interno SDR 7,4 a 80 °C

Caudal volumétrico		20 x 2,8		25 x 3,5		32 x 4,4		40 x 5,5		50 x 6,9		63 x 8,6	
		v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
[l/s]	[l/h]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]
0,040	144	0,25	64,7	0,16	22,3	-	-	-	-	-	-	-	-
0,045	162	0,28	79,6	0,18	27,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,050	180	0,31	95,8	0,20	33,0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,055	198	0,34	113,3	0,22	39,0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,060	216	0,37	132,1	0,24	45,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,065	234	0,40	152,2	0,26	52,2	-	-	-	-	-	-	-	-
0,070	252	0,43	173,6	0,28	59,5	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075	270	0,46	196,3	0,29	67,2	-	-	-	-	-	-	-	-
0,080	288	0,49	220,2	0,31	75,3	-	-	-	-	-	-	-	-
0,085	306	0,52	245,3	0,33	83,9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,090	324	0,55	271,7	0,35	92,8	0,21	27,5	-	-	-	-	-	-
0,095	342	0,58	299,3	0,37	102,2	0,22	30,3	-	-	-	-	-	-
0,10	360	0,61	328,1	0,39	111,9	0,24	33,1	-	-	-	-	-	-
0,11	396	0,68	389,3	0,43	132,6	0,26	39,2	-	-	-	-	-	-
0,12	432	0,74	455,2	0,47	154,8	0,28	45,7	-	-	-	-	-	-
0,13	468	0,80	525,9	0,51	178,6	0,31	52,7	-	-	-	-	-	-
0,14	504	0,86	601,3	0,55	204,0	0,33	60,1	-	-	-	-	-	-
0,15	540	0,92	681,3	0,59	230,8	0,35	67,9	-	-	-	-	-	-
0,16	576	0,98	765,9	0,63	259,2	0,38	76,2	0,24	26,1	-	-	-	-
0,18	648	1,11	948,9	0,71	320,4	0,43	94,0	0,27	32,2	-	-	-	-
0,20	720	1,23	1150,1	0,79	387,6	0,47	113,5	0,30	38,8	-	-	-	-
0,22	792	1,35	1369,3	0,86	460,6	0,52	134,7	0,33	46,0	-	-	-	-
0,24	864	1,47	1606,4	0,94	539,4	0,57	157,5	0,36	53,7	-	-	-	-
0,26	936	-	-	1,02	623,9	0,62	181,8	0,39	61,9	-	-	-	-
0,28	1008	-	-	1,10	714,2	0,66	207,8	0,42	70,7	-	-	-	-
0,30	1080	-	-	1,18	810,1	0,71	235,4	0,45	80,0	0,29	27,5	-	-
0,35	1260	-	-	1,38	1074,6	0,83	311,3	0,53	105,5	0,34	36,2	-	-
0,40	1440	-	-	-	-	0,95	396,8	0,61	134,3	0,39	46,0	-	-
0,45	1620	-	-	-	-	1,06	491,9	0,68	166,1	0,44	56,8	-	-
0,50	1800	-	-	-	-	1,18	596,4	0,76	201,0	0,49	68,7	-	-
0,60	2160	-	-	-	-	1,42	833,7	0,91	280,1	0,58	95,4	0,36	30,7
0,70	2520	-	-	-	-	-	-	1,06	371,1	0,68	126,1	0,42	40,4
0,80	2880	-	-	-	-	-	-	1,21	474,0	0,78	160,8	0,49	51,4
0,90	3240	-	-	-	-	-	-	-	-	0,87	199,2	0,55	63,6
1,00	3600	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	241,5	0,61	77,0
1,10	3960	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	287,5	0,67	91,5
1,20	4320	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17	337	0,73	107
1,30	4680	-	-	-	-	-	-	-	-	1,26	391	0,79	124
1,40	5040	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	448	0,85	142
1,50	5400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91	161
1,60	5760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	181
1,80	6480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,09	225
2,00	7200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,21	273
2,20	7920	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	326
2,40	8640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	382
2,60	9360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 06-4 Tabla de pérdidas de carga tubo interno SDR 7,4 a 80 °C

Rango de diseño recomendado para los tubos internos REHAU de SDR 11, incluyendo los componentes de unión REHAU:

recomendada técnica de unión mediante casquillo corredizo

x,xx Máxima velocidad de flujo posible con la técnica de unión de casquillo corredizo

(velocidad de flujo máxima con una caída de presión en parte muy alta (Pa/m) → ya no se recomienda en el ramal crítico)

**06.04 Pérdidas térmicas de los tubos RAUTHERMEX y RAUVITHERM**

Para una temperatura del terreno de 10 °C, una conductividad del suelo de 1,0 W/m K, una profundidad de 0,8 m y una distancia entre tubos de 0,1 m, se producen las siguientes pérdidas térmicas a la temperatura media de funcionamiento respectiva por metro de tubería. Las pérdidas térmicas indicadas son válidas para 1 m de tubería RAUTHERMEX o RAUVITHERM. Las pérdidas térmicas de un tubo DUO son un 30 % inferiores a las de 2 tubos UNO (ver Fig. 06-18 y Fig. 06-19).

**Supuestos de cálculo**

- Instalación tipo UNO: 2 tubos
- Instalación tipo DUO: 1 tubo enterrado
- Distancia entre tubos UNO: a = 0,1 m
- Profundidad del tubo: h = 0,8 m
- Temperatura del terreno:  $\vartheta_E = 10 \text{ °C}$
- Conductividad del suelo:  $\lambda_E = 1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Conductividad de la espuma PUR RAUTHERMEX ★:  $\lambda_{PU} \star = 0,0199 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Conductividad del tubo de PE-Xa:  $\lambda_{PE-Xa} = 0,38 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Conductividad del tubo de cubierta de PE:  $\lambda_{PE} = 0,33 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

**Pérdidas térmicas durante el funcionamiento**

$Q = U (\vartheta_B - \vartheta_E) \text{ [W/m]}$   
 $U = \text{Coeficiente de transmisión térmica [W/m}\cdot\text{K]}$   
 $\vartheta_B = \text{Temperatura media de servicio [°C]}$   
 $\vartheta_E = \text{Temperatura del suelo [°C]}$

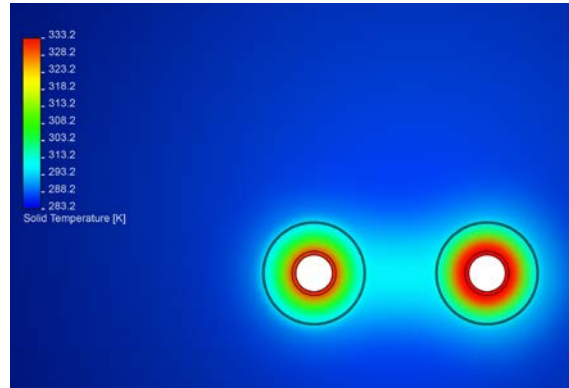


Fig. 06-18 Distribución del calor con tubos UNO

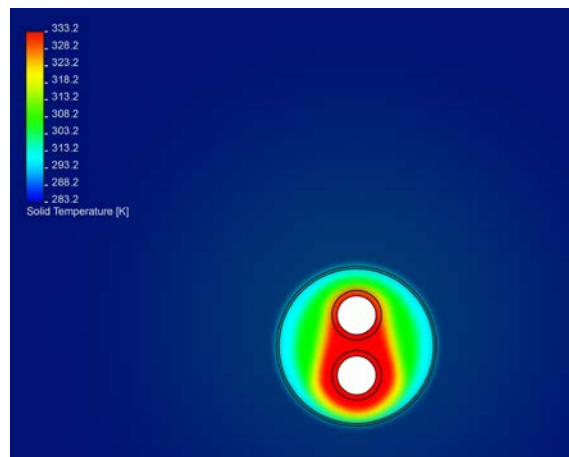


Fig. 06-19 Distribución del calor con tubos DUO

**Ejemplo para la dimensión RAUTHERMEX UNO 63/126**

- Temperatura en la impulsión:  $\vartheta_V = 80 \text{ °C}$
- Temperatura en el retorno:  $\vartheta_R = 60 \text{ °C}$
- Temperatura de servicio media:  $\vartheta_B = (80 \text{ °C} + 60 \text{ °C})/2 = 70 \text{ °C}$
- Pérdida de calor:  $\dot{Q} = 9,7 \text{ W/m}$
- (Tablas en las páginas siguientes)
- Pérdida de calor referida a la impulsión y el retorno:  $\dot{Q} = 2 \times 9,7 \text{ W/m} = 19,4 \text{ W/m}$

**RAUTHERMEX UNO SDR 11**

Tipo	Pérdidas térmicas Q / metro [W/m]					
	Temperatura de servicio media $\vartheta_B$					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
25/91	2 x 1,8	2 x 2,7	2 x 3,6	2 x 4,6	2 x 5,5	2 x 6,4
...	...	...	...	...	...	...
63/126	2 x 3,2	2 x 4,9	2 x 6,5	2 x 8,1	2 x 9,7	2 x 11,3
...	...	...	...	...	...	...

Tab. 06-5 Ejemplo de pérdida de calor, ver la tabla original en la página 64



Las pérdidas térmicas están referidas a la impulsión y el retorno por metro de tubería, en el ejemplo:  $\dot{Q} = 2 \times 9,7 \text{ W/m} = 19,4 \text{ W/m}$

Para los tubos DUO la pérdida de calor puede leerse directamente. El factor 2 (para la impulsión y el retorno) no es necesario.

**Pérdidas térmicas  $\dot{Q}$**

**RAUTHERMEX UNO SDR 11** 

Tipo	Pérdidas térmicas $\dot{Q}$ / metro [W/m] Temperatura de servicio media $\bar{\theta}_B$					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
25/91	2 x 1,8	2 x 2,7	2 x 3,6	2 x 4,6	2 x 5,5	2 x 6,4
32/91	2 x 2,2	2 x 3,3	2 x 4,4	2 x 5,6	2 x 6,7	2 x 7,8
32/111	2 x 1,9	2 x 2,9	2 x 3,8	2 x 4,8	2 x 5,8	2 x 6,7
40/91	2 x 2,8	2 x 4,1	2 x 5,5	2 x 6,9	2 x 8,3	2 x 9,7
40/126	2 x 2,0	2 x 3,1	2 x 4,1	2 x 5,1	2 x 6,1	2 x 7,1
50/111	2 x 2,8	2 x 4,3	2 x 5,7	2 x 7,1	2 x 8,5	2 x 9,9
50/126	2 x 2,5	2 x 3,8	2 x 5,0	2 x 6,3	2 x 7,6	2 x 8,8
63/126	2 x 3,2	2 x 4,9	2 x 6,5	2 x 8,1	2 x 9,7	2 x 11,3
63/142	2 x 2,8	2 x 4,3	2 x 5,7	2 x 7,1	2 x 8,5	2 x 9,9
75/162	2 x 3,0	2 x 4,5	2 x 6,0	2 x 7,5	2 x 8,9	2 x 10,4
90/162	2 x 3,8	2 x 5,7	2 x 7,6	2 x 9,5	2 x 11,4	2 x 13,3
90/182	2 x 3,2	2 x 4,8	2 x 6,5	2 x 8,1	2 x 9,7	2 x 11,3
110/162	2 x 5,5	2 x 8,2	2 x 11,0	2 x 13,7	2 x 16,4	2 x 19,2
110/182	2 x 4,4	2 x 6,5	2 x 8,7	2 x 10,9	2 x 13,1	2 x 15,3
110/202	2 x 3,7	2 x 5,6	2 x 7,4	2 x 9,3	2 x 11,1	2 x 13,0
125/182	2 x 5,6	2 x 8,4	2 x 11,2	2 x 14,0	2 x 16,8	2 x 19,6
125/202	2 x 4,6	2 x 6,9	2 x 9,2	2 x 11,5	2 x 13,7	2 x 16,0
140/202	2 x 5,8	2 x 8,7	2 x 11,6	2 x 14,5	2 x 17,3	2 x 20,2
160/250	2 x 6,1	2 x 9,1	2 x 12,1	2 x 15,1	2 x 18,2	2 x 21,2

Tab. 06-6 Pérdidas térmicas RAUTHERMEX UNO, SDR 11

**RAUTHERMEX DUO SDR 11** 

Tipo	Pérdidas térmicas $\dot{Q}$ / metro [W/m] Temperatura de servicio media $\bar{\theta}_B$					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
20+20/111	2,1	3,2	4,3	5,3	6,4	7,5
25+25/111	2,6	3,9	5,1	6,4	7,7	9,0
32+32/111	3,4	5,1	6,8	8,5	10,1	11,8
32+32/126	2,9	4,3	5,7	7,2	8,6	10,0
40+40/126	3,8	5,7	7,6	9,5	11,5	13,4
40+40/142	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2
50+50/162	3,6	5,3	7,1	8,9	10,7	12,5
50+50/182	3,0	4,5	6,0	7,6	9,1	10,6
63+63/182	4,3	6,4	8,5	10,7	12,8	14,9
63+63/202	3,6	5,3	7,1	8,9	10,7	12,5
75+75/202	4,9	7,3	9,7	12,2	14,6	17,0

Tab. 06-8 Pérdidas térmicas RAUTHERMEX DUO, SDR 11



**RAUVITHERM UNO SDR 11** 

Tipo	Pérdidas térmicas $\dot{Q}$ / metro [W/m] Temperatura de servicio media $\bar{\theta}_B$					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
25/120	2 x 3,3	2 x 4,9	2 x 6,5	2 x 8,2	2 x 9,8	2 x 11,4
32/120	2 x 3,8	2 x 5,7	2 x 7,6	2 x 9,5	2 x 11,4	2 x 13,3
40/120	2 x 4,5	2 x 6,7	2 x 8,9	2 x 11,2	2 x 13,4	2 x 15,6
50/150	2 x 4,5	2 x 6,8	2 x 9,0	2 x 11,3	2 x 13,5	2 x 15,8
63/150	2 x 5,5	2 x 8,3	2 x 11,1	2 x 13,8	2 x 16,6	2 x 19,4
75/175	2 x 5,7	2 x 8,5	2 x 11,4	2 x 14,2	2 x 17,0	2 x 19,9
90/175	2 x 6,8	2 x 10,2	2 x 13,5	2 x 16,9	2 x 20,3	2 x 23,7
110/190	2 x 8,2	2 x 12,2	2 x 16,3	2 x 20,4	2 x 24,5	2 x 28,6
125/210	2 x 8,5	2 x 12,7	2 x 16,9	2 x 21,2	2 x 25,4	2 x 29,6

Tab. 06-7 Pérdidas térmicas RAUVITHERM UNO, SDR 11

**RAUVITHERM DUO SDR 11** 

Tipo	Pérdidas térmicas $\dot{Q}$ / metro [W/m] Temperatura de servicio media $\bar{\theta}_B$					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
25+25/150	4,9	7,4	9,8	12,3	14,7	17,2
32+32/150	5,2	7,8	10,4	13,0	15,5	18,1
40+40/150	6,4	9,6	12,8	16,1	19,3	22,5
50+50/175	6,7	10,1	13,4	16,8	20,2	23,5
63+63/210	7,7	11,5	15,4	19,2	23,0	26,9

Tab. 06-9 Pérdidas térmicas RAUVITHERM DUO, SDR 11





**RAUTHERMEX UNO SDR 7,4 Saneamiento** 

Tipo	Pérdidas térmicas $\dot{Q}$ / metro [W/m]				
	Temperatura de servicio media $\theta_b$				
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
20/76	2 x 2,1	2 x 3,1	2 x 4,1	2 x 5,2	2 x 6,2
25/76	2 x 2,4	2 x 3,7	2 x 4,9	2 x 6,1	2 x 7,3
32/76	2 x 3,2	2 x 4,8	2 x 6,4	2 x 7,9	2 x 9,5
40/91	2 x 3,3	2 x 5,0	2 x 6,7	2 x 8,3	2 x 10,0
50/111	2 x 3,4	2 x 5,1	2 x 6,9	2 x 8,6	2 x 10,3
63/126	2 x 3,9	2 x 5,9	2 x 7,8	2 x 9,8	2 x 11,7

Tab. 06-10 Pérdidas térmicas RAUTHERMEX UNO, SDR 7,4

**RAUTHERMEX DUO SDR 7,4 Saneamiento** 

Tipo	Pérdidas térmicas $\dot{Q}$ / metro [W/m]				
	Temperatura de servicio media $\theta_b$				
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
25+20/91	3,4	5,1	6,9	8,6	10,3
32+20/111	3,2	4,8	6,4	8,0	9,7
40+25/126	3,5	5,3	7,1	8,9	10,6
50+32/126	5,0	7,4	9,9	12,4	14,9

Tab. 06-11 Pérdidas térmicas RAUTHERMEX DUO, SDR 7,4

Sobre solicitud podemos facilitarle las pérdidas térmicas del programa de tuberías "RAUTHERMEX strong para calefacción urbana SDR 7,4".

## 06.05 Temperaturas y presiones límite

Para los tubos internos de SDR 11 de los sistemas de tuberías RAUVITHERM y RAUTHERMEX rigen para las vidas útiles máximas las presiones límite siguientes en función de una temperatura de servicio cuando ésta es continua:

Temperatura de servicio [°C]	Factor de seguridad SF en función de la temperatura	Presión de servicio admitida [bar]	Vida útil mínima $D_i$ [años]
50	1,5	8,7	100
55	1,5	8,2	100
60	1,5	7,8	100
65	1,5	7,3	100
70	1,5	6,9	95
75	1,5	6,6	55
80	1,5	6,3	32
85	1,3	6,9	19
90	1,3	6,3	11
95	1,3	6,3	7

Tab. 06-12 Temperatura y presión límite

De esta forma se cumplen los requisitos mínimos sobre las propiedades a largo plazo según la norma DIN 16892/93 (edición de 2019) y los requisitos adicionales más exigentes de la norma EN 15632 (edición de 2015). Las presiones de servicio admitidas están sujetas al factor de seguridad señalado en el apdo. 03. Periódicamente se realizan las correspondientes mediciones de referencia en laboratorios de ensayos externos y se confirma la resistencia a la presión interna a largo plazo.



Fig. 06-20 En el ensayo de fatiga se determina la resistencia a la temperatura y a la presión de los tubos



Fig. 06-21 Los tubos y la técnica de unión son controlados como un sistema único

## 06.06 Cálculo de vida útil con la regla de Miner

En la práctica una red de calor opera con temperaturas en la impulsión y el retorno fluctuantes  $T_1$  hasta  $T_n$ , dentro del marco de un denominado espectro de carga. La vida útil resultante del tubo interno REHAU de PE-Xa se puede calcular entonces con la "Regla de Miner" según la norma ISO 13760.

### Ejemplos de cálculo de la vida útil

En los ejemplos siguientes se ofrecen vidas útiles para diferentes espectros de carga.

- Ejemplo 1: Red de calefacción que opera a una temperatura en la impulsión constante de 80°C durante todo el año

- Ejemplo 2: Red de calefacción con una temperatura en la impulsión fluctuante entre 65-85 °C en función de la temperatura exterior
- Ejemplo 3: Red de calefacción para el abastecimiento parcial de una industria, que opera a una temperatura en la impulsión de 85 °C, con rampas de arranque y parada
- Ejemplo 4: Red de calefacción a baja temperatura con una temperatura en la impulsión de 55-60 °C

La presión máxima de servicio está fijada en 6 bares . El cálculo en cada red sólo considera el tramo de caudal que está sometido a mayor carga térmica (impulsión). La tubería de retorno siempre tiene una vida útil más larga, dado que su carga térmica es menor.

Temperatura de servicio [°C]	Vida útil con operación continua [años]	Ejemplo 1 Periodo operativo anual [h]	Ejemplo 2 Periodo operativo anual [h]	Ejemplo 3 Periodo operativo anual [h]	Ejemplo 4 Periodo operativo anual [h]
50	100	0	0	185	0
55	100	0	0	160	4380
60	100	0	0	145	4380
65	100	0	504	130	0
70	95	0	3720	120	0
75	55	0	840	115	0
80	32	8760	3528	110	0
85	19	0	168	4500	0
90	11	0	0	0	0
95	7	0	0	0	0
Periodo operativo total (h/a)		8760	8760	5280	8760
vida útil resultante		32 años	> 50 años	> 30 años	> 100 años

La vida útil de la tubería de una red de calefacción con un perfil de temperaturas fluctuante es, por lo tanto, significativamente mayor que la vida útil para una operación continua a la temperatura máxima.



REHAU le ofrece cálculos de vida útil específicos para cada proyecto como apoyo a la planificación. Póngase en contacto con su interlocutor REHAU, ver "Delegaciones comerciales REHAU" en la página 102.

**06.07 Formulario de conexiones a una red de District Clima**

El formulario de conexiones (ver el Anexo) es el instrumento principal para poder realizar un dimensionamiento previo, ya que proporciona datos iniciales sobre los puntos de conexión. Se centra principalmente en los detalles de consumo térmico, los datos del edificio y de la actual instalación de calefacción, así como en la disposición general para la conexión. Permite determinar de forma sencilla la distribución espacial de las acometidas y la densidad de ocupación, para una primera estimación económica de la red de distrito.

El cuestionario de conexiones se puede utilizar también para la recopilación de datos básicos durante el proyecto detallado.

Fig. 06-22 Formulario de conexión



Todos los documentos sobre el tema planificación (Cuestionario conexiones, Solicitud soporte proyecto) pueden encontrarse en formato digital en

[www.rehau.es/epaper](http://www.rehau.es/epaper).



**06.08 Formulario de solicitud para soporte técnico para una red de District Clima**

El formulario de solicitud de soporte técnico (ver el Anexo) se utiliza para consultar los datos relevantes para el diseño de una red de distrito. En él se pueden recoger los datos más importantes para el dimensionamiento.

- Ubicación del edificio
- Plano de la ubicación
- Puntos y potencias de consumo
- Temperaturas de diseño de la red
- Otras especificaciones, como las diferencias de altura entre la central de energía y el punto más alto de la red.

Fig. 06-23 Solicitud de soporte técnico para una red de distrito



REHAU se pone a su disposición en todo momento con su propio Centro de Cálculo para asistirle en el dimensionamiento y proyectado de su red de distrito. Consulte con su delegado REHAU o nuestro departamento técnico ([support.es@rehau.com](mailto:support.es@rehau.com)).

## 07 Instalación red District Clima



### 07.01 Transporte y almacenaje



El transporte incorrecto y el almacenamiento inadecuado pueden causar desperfectos en los tubos, los accesorios y los fittings, que pueden afectar a su seguridad operativa y, sobre todo, a sus excelentes propiedades de aislamiento térmico. Antes de introducir los tubos y componentes de tubería en la zanja examinarlos para detectar si presentan eventuales desperfectos causados durante el transporte o el almacenaje. No se deben instalar tubos ni componentes de tubería con desperfectos. A causa del enrollamiento de los tubos pueden formarse en la cara interior de los mismos ondulaciones irregulares, que por regla general no afectan a la calidad de los mismos. Estas ondulaciones desaparecen una vez desenrollado el tubo.

### Tiempo de almacenaje

Para prevenir la entrada de material extraño en las tuberías y que el tubo interior resulte dañado por las radiaciones UV, los extremos de los tubos REHAU se deberán mantener sellados. El contacto con sustancias potencialmente nocivas (ver el Anexo 1 de la norma DIN 8075) debe evitarse. El tiempo de almacenaje de los tubos expuestos a la luz solar es limitado. Por experiencia, en Europa Central es posible almacenar a la intemperie hasta 2 años a partir de la fabricación sin que ello afecte a las propiedades de resistencia. Para periodos de almacenaje a la intemperie más prolongados o en zonas con fuerte irradiación solar, p. ej. junto al mar, en países sureños o en altitudes superiores a 1500 m, es necesario un almacenaje protegido del sol. Se debe procurar que las lonas utilizadas para cubrir sean resistentes a las radiaciones UV y debe quedar asegurada una buena ventilación de los tubos, para prevenir acumulaciones de calor. No hay limitación de tiempo de almacenaje si éste está protegido de las radiaciones UV.

### Elevación con carretilla elevadora

Cuando se transporte con una carretilla elevadora, acolchar la horquilla con material suave (p. ej. tubos poliméricos), para evitar dañar las bobinas.



Asegurar los tubos cargados sobre la horquilla de la carretilla elevadora, para evitar que resbalen.



### Almacén

#### Transporte

Las bobinas de tubos deben transportarse en posición horizontal, tumbadas completamente planas sobre una superficie de carga, y deben fijarse para evitar desplazamientos. La zona de carga debe limpiarse antes de cargar los rollos.



#### Elevación con excavadora

Para elevar los tubos utilizar eslingas o correas de mínimo 50 mm de ancho. No se deben utilizar cuerdas ni cadenas.

Al recoger una bobina tumbada para transportarla en dirección vertical hay que procurar al tirar de la misma no arrastrar por el suelo el punto de la bobina todavía apoyado y que soporta la mitad del peso del tubo. Proceder con especial cuidado al depositar las bobinas.



#### Almacenaje

Se recomienda almacenar las bobinas tumbadas sobre tablones de madera. Esto permite descartar en gran medida los desperfectos y facilita la recogida de las bobinas. No almacenar nunca las bobinas sobre material con aristas vivas.



#### Existe riesgo de lesiones por el vuelco de las bobinas

También es posible almacenar las bobinas en posición vertical.

Cuando se almacenan las bobinas en posición vertical, deben asegurarse para evitar que vuelquen o rueden.



Si se almacenan en posición vertical, debido a su peso se ejerce una presión sobre la superficie de asiento relativamente pequeña, a causa de la cual pueden resultar incrustados objetos en la cubierta exterior. Asegurarse de que la superficie de asiento de la zona de almacenaje es adecuada.

## 07.02 Métodos de instalación

### 07.02.01 Indicaciones generales

#### Indicaciones relativas a las zanjas

Para elegir la anchura del fondo de la zanja orientarse por el diámetro exterior del tubo y si será necesario un pasillo transitable para la colocación de la tubería. Aquí se debe tener en cuenta que las dimensiones de la zanja influyen sobre el tamaño y la distribución de las cargas del terreno y de tráfico rodado y, por consiguiente, sobre la capacidad de carga de la tubería.

En el caso de las tuberías para redes de District Clima REHAU sólo se precisan espacios de trabajo transitables, establecidos en la DIN 4124, en la zona de las uniones.

La cobertura mínima por encima del tubo es de 80 cm, la máxima, de 2,6 m. Confirmar las mayores o menores coberturas mediante un cálculo de carga estática.



Las tuberías se deben instalar generalmente a una profundidad en la que queden resguardadas de las heladas.

Si existe carga de tráfico rodado, se puede reducir la cobertura mínima a 60 cm (ver el apdo. 07.03.01 „Secciones de zanja”), pero en este caso se producirán mayores pérdidas térmicas y, dado el caso, serán necesarias medidas especiales para evitar la congelación de la tubería

Realizar el fondo de la zanja con una cama de arena (esesor 10 cm, grano 0/4), con una anchura y a una profundidad tal, que la tubería descansa sobre todo su largo.



Fig. 07-1 Fondo de la zanja adecuado

La base de la zanja no debe estar suelta. Antes de colocar las tuberías, se retirará toda la tierra cohesiva suelta toda su profundidad y se sustituirá por tierra no cohesiva o un soporte especial para tuberías. La tierra suelta y no cohesiva debe compactarse de nuevo.



Fig. 07-2 Fondo de la zanja con apoyo para tubos

#### Cargas de tráfico rodado

La instalación bajo calzadas debe cumplir las clases de carga SLW 30 (= 300 kN de carga total) o SLW 60 según la norma DIN 1072. Estará permitido el tráfico rodado con una carga SLW 60 por encima de las tuberías si el firme se ajusta a las directrices alemanas de estandarización de firmes de vías rodadas (RStO) y se aporta el dictamen de cálculo estático. Los tubos presentan una resistencia a la compresión en la generatriz superior de SN4.

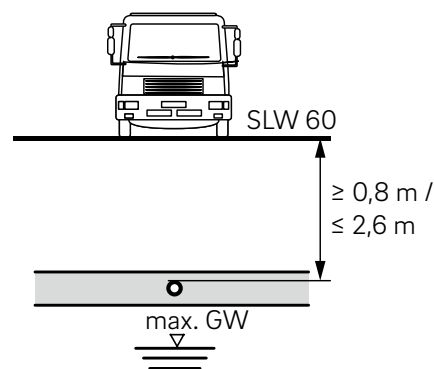


Fig. 07-3 Profundidad de recubrimiento en el caso de cargas por tráfico rodado

### 07.02.02 Instalación en zanja abierta

El tipo de instalación en zanja es la más común. Las zanjas para tuberías pueden diseñarse muy estrechas en este caso. Sólo debe disponerse de espacio de trabajo suficiente en los puntos de conexión. El proceso puede llevarse a cabo con cualquier tipo de suelo y por cualquier empresa de obra civil.



Fig. 07-4 Instalación en zanja abierta



- Flexibilidad de instalación, sin necesidad de herramientas especiales
- Sencilla y económica
- Las conexiones posteriores son posibles en todo momento
- Anchura de zanja mínima; las anchuras de zanja accesibles sólo son necesarias en los puntos de unión



- En el caso de superficies asfaltadas es necesaria una cadena de asfaltado completa.
- La tubería se instala sin medios auxiliares en la zanja abierta.

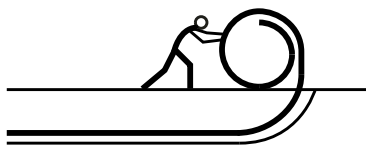


Fig. 07-5 Representación esquemática de la instalación en zanja abierta

### 07.02.03 Método de entubado

Mediante el método de entubado pueden pasarse las tuberías para redes de distrito REHAU p. ej. por alcantarillas o tuberías vacías. Además, proporciona una gran flexibilidad para instalar la tubería por debajo de canalizaciones, tubos y otras tuberías de suministro instaladas en zanja abierta que se cruzan con ella.



Fig. 07-6 Carro desbobinador



- Instalación económica dentro de tubos vacíos ya presentes o que se insertan mediante perforación horizontal dirigida.
- Para RAUTHERMEX, se pueden utilizar fuerzas de inserción elevadas gracias a su estructura multicapa. Esto, a su vez permite cubrir grandes distancias.



- Si el tubo entra en rozamiento con aristas vivas al insertarlo, hay que utilizar poleas de desvío para prevenir daños en la tubería de District Klima.
- El diámetro interior del tubo vacío debe ser suficiente. Debe preverse un espacio anular de al menos 2 cm. Si se introduce en codos, éstos se deberán realizar con accesorios de máx. 15 °, cada uno. En este caso, la anchura del espacio anular debe ser mayor.
- Preferentemente se utilizará un desbobinador.
- En ambos extremos de la sección de tracción, los tubos deben asegurarse adecuadamente contra cualquier movimiento (por ejemplo, longitudes de solapamiento suficientes).

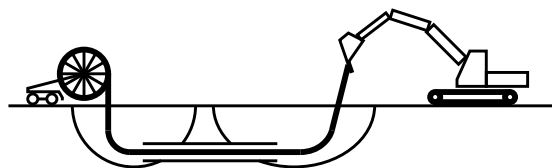


Fig. 07-7 Representación esquemática del método de entubado



### 07.02.04 Método de instalación con arado para RAUTHERMEX

Gracias al método de instalación con arado se introducen los tubos directamente, con rapidez y sin gran esfuerzo, en el surco que deja el arado. Este método se puede utilizar en suelos mayormente libres de piedras. Para este tipo de instalación hay que recurrir a una empresa especializada; generalmente sólo resulta rentable a partir de una longitud de 500 m.



Fig. 07-8 Colocación con arado para tuberías



- No es necesario abrir zanjas para los tubos
- Se pueden alcanzar grandes rendimientos de instalación, de hasta 5 km al día, en función del diámetro del tubo
- Método de instalación idóneo para tramos de tubería largos, sin derivaciones, y superficies no pavimentadas



- La instalación sólo es posible bajo superficies no pavimentadas y utilizando RAUTHERMEX.
- A lo largo del trazado no puede haber cruces con otras tuberías.
- Hay empresas especializadas en la instalación con arado, que poseen el equipamiento y el know how necesario.
- Sólo se puede utilizar cuando las condiciones del suelo son adecuadas.

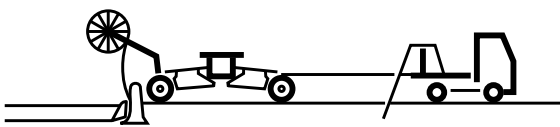


Fig. 07-9 Representación esquemática del método de instalación con arado

### 07.02.05 Perforación horizontal dirigida para RAUTHERMEX

En la perforación horizontal dirigida el material perforado se extrae con el líquido de lavado. En la dirección contraria se inserta el tubo en el terreno. Se utiliza en cruces complicados (edificios, autopistas o cruce de ríos). Generalmente no se puede utilizar con suelos arenosos o muy rocosos.



Fig. 07-10 Colocación con aparato de perforación horizontal dirigida



- Permite conservar y socavar las superficies de alto valor
- Posibilidad de cruzar por debajo de cursos fluviales y carreteras muy transitadas
- Elevado rendimiento de instalación, de más de 100 m diarios



- La perforación horizontal dirigida sólo es posible con RAUTHERMEX.
- Las fuerzas máximas que actúan sobre el tubo deben ser inferiores a las máximas admitidas (ver Tab. 07-1 „Fuerzas máximas admisibles RAUTHERMEX SDR 11” y Tab. 07-2 „Fuerzas máximas admisibles RAUTHERMEX SDR 7,4”).
- El radio de la perforación horizontal dirigida depende de la tubería de perforación, no del radio de curvatura del tubo.
- Se debe conocer exactamente la situación de las tuberías existentes, para poder evitarlas.
- Se precisan zanjas en el inicio y el final, así como aprox. 6 – 10 m de espacio para la máquina.
- Se dará preferencia al entubado en un tubo protector previamente instalado frente a la instalación mediante el método de perforación horizontal dirigida.

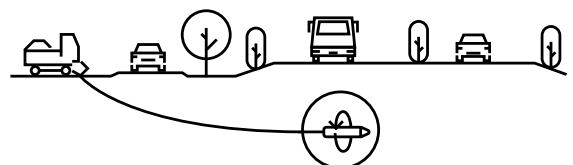


Fig. 07-11 Representación esquemática de la perforación horizontal dirigida

**Indicaciones sobre la perforación horizontal dirigida**

El cabezal de perforación debe fijarse siempre a la tubería RAUTHERMEX mediante el tubo interior o, en el caso de DUO, mediante los dos tubos interiores y la cubierta.

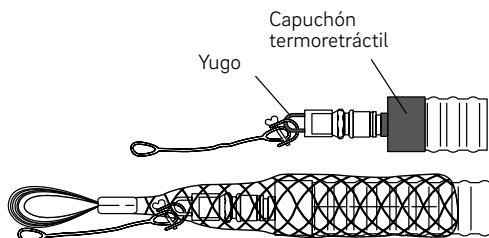


Fig. 07-12 Unión RAUTHERMEX – cabeza perforadora

Fuerzas máximas admisibles que pueden actuar sobre el tubo:

**RAUTHERMEX SDR 11 para uso con agua de calefacción**

Dimensión	Fuerza máxima admisible [kN]
UNO 25	3
UNO 32	5
UNO 40	6
UNO 50	7
UNO 63	9
UNO 75	11
UNO 90	14
UNO 110	16
UNO 125	19
UNO 140	22
DUO 20+20	6
DUO 25+25	7
DUO 32+32	10
DUO 40+40	12
DUO 50+50	15
DUO 63+63	19
DUO 75+75	23

Tab. 07-1 Fuerzas máximas admisibles RAUTHERMEX SDR 11

**RAUTHERMEX SDR 7,4 para fontanería**

Dimensión	Fuerza máxima admisible [kN]
UNO 20	3
UNO 25	4
UNO 32	5
UNO 40	6
UNO 50	8
UNO 63	10
DUO 25+20	7
DUO 32+20	8
DUO 40+25	10
DUO 50+32	12

Tab. 07-2 Fuerzas máximas admisibles RAUTHERMEX SDR 7,4

**07.03 Secciones de zanja y separaciones entre tubos**

**07.03.01 Secciones de zanja**

Las figuras muestran las anchuras de zanja necesarias.

Para el relleno envolvente se deberá utilizar exclusivamente arena 0/4, que debe compactarse manualmente por capas.

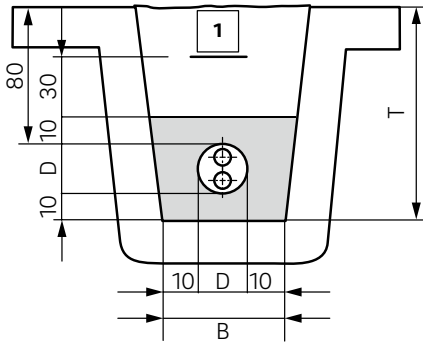


Fig. 07-13 Sección de la zanja tubo individual (UNO / DUO)

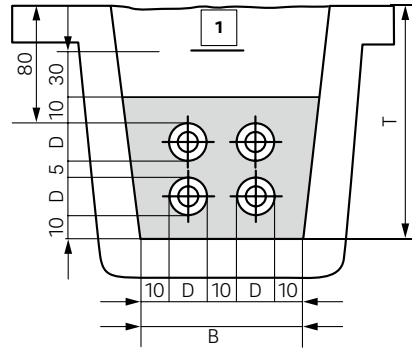


Fig. 07-16 Sección de la zanja 4 tubos, variante 1 (UNO / DUO)

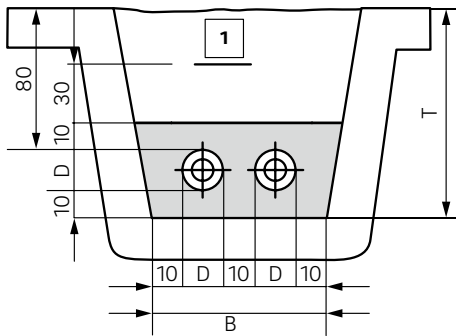


Fig. 07-14 Sección de la zanja 2 tubos (UNO / DUO)

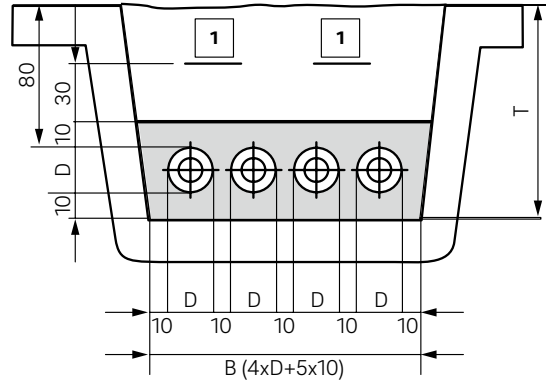


Fig. 07-17 Sección de la zanja 4 tubos, variante 2 (UNO / DUO)

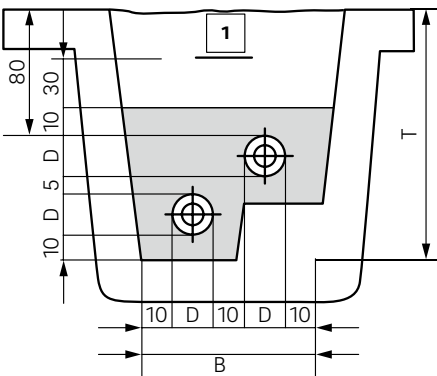


Fig. 07-15 Sección de la zanja escalonada 2 tubos (UNO / DUO)

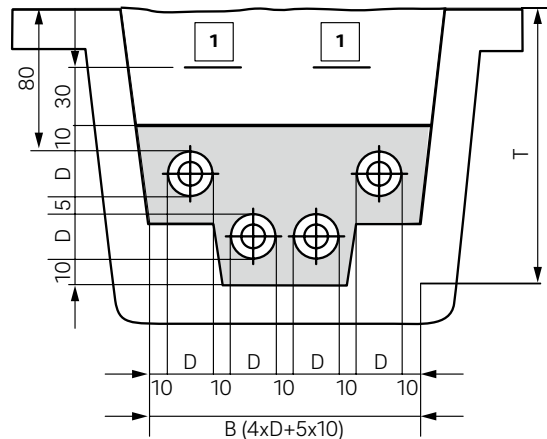


Fig. 07-18 Sección de la zanja escalonada 4 tubos, (UNO / DUO)

- 1 Cinta señalizadora de trazado
- B Anchura base de la zanja
- D Diámetro del tubo
- T Profundidad de la zanja



En la zona de conexiones de ramales con tuberías tendidas en paralelo se requiere una zanja escalonada de un mínimo de 5 m.

**07.03.02 Separación con otras instalaciones**

Cuando se instale cerca de tuberías de abastecimiento habrá que respetar unas separaciones mínimas, En caso de instalaciones próximas a otras conducciones, deberá respetarse la distancia mínima según DVGW W 400 (ver Tab. 07-3 „Separaciones mínimas con respecto a tuberías de suministro“).

Las tuberías de agua potable adyacentes a las tuberías de District Clima deben protegerse contra las influencias térmicas no admitidas. Si esto no puede quedar asegurado por la separación, se deberán aislar las tuberías de agua potable o se protegerán de los efectos del calor recurriendo a otras medidas. El aumento de calor también puede afectar negativamente a los cables eléctricos.

Tipo de tubería de suministro	Tubería paralela < 5 m / Tubería que se cruza	Tubería que discurre en paralelo > 5 m
1 kV, señal,cable sensor	0,3 m	0,3 m
10 kV o 30 kV cable	0,6 m	0,7 m
Varios cables de 30 kV	1,0 m	1,5 m
Cable de más de 60 kV	1,0 m	1,5 m
Tuberías de gas	0,2 m	0,4 m
Tuberías de agua <sup>1)</sup>	1,0 m	1,0 m

1) Según la DVGW W400, se parte de la base que con "una separación de mínimo 1 m con respecto a las tuberías de calefacción urbana y geotérmicas la tubería de agua potable no resulta afectada por el calor". En el caso de separaciones menores deben valorarse específicamente las condiciones individuales (longitud del tramo paralelo, condiciones de temperatura, del suelo y de flujo)".

Tab. 07-3 Separaciones mínimas con respecto a tuberías de suministro

**07.03.03 Protección de las tuberías en instalaciones especiales**



En principio, la instalación de RAUVITHERM y RAUTHERMEX debajo del nivel de las aguas freáticas o en presencia temporal de agua es posible, pero no se recomienda debido a la previsión de un incremento de las pérdidas térmicas.

¡Por principio no están permitidos los empalmes de tubos debajo del nivel de las aguas freáticas!

**Suelos pantanosos y marismas**

En caso de instalar tubos en zonas pantanosas o cenagosas, zona de niveles de agua fluctuantes o debajo de zonas de tráfico, deberán retirarse los objetos sólidos que se encuentren y puedan afectar al soporte de la tubería. Al hacerlo, hay que asegurarse de que haya una profundidad suficiente de terreno libre de obstáculos sólidos.

Si el fondo de la zanja no presenta una capacidad de carga suficiente o contiene mucha agua, se deberá fijar el tubo con medidas constructivas adecuadas. Esto es aplicable también cuando el fondo de la zanja discorra por diferentes capas de terreno, con capacidades de carga distintas.

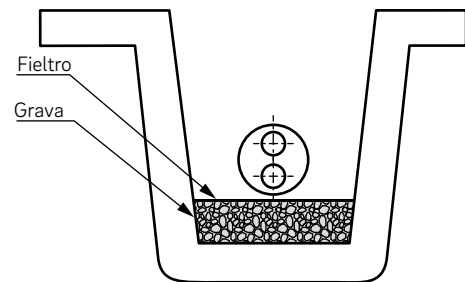


Fig. 07-19 Fijación del tubo

**Tramos con pendiente**

En los tramos en pendiente se deberá prevenir el desplazamiento de la tubería mediante la instalación de traviesas. En caso necesario, se deberá prever un drenaje.

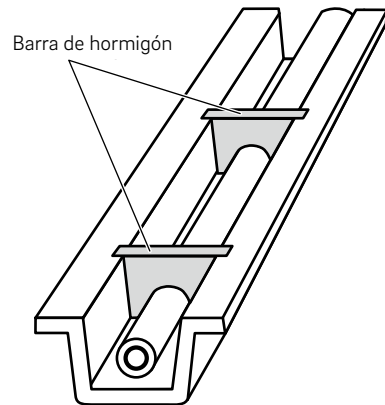


Fig. 07-20 Traviesas en tramos con pendiente

## 07.04 Flexibilidad

La elevada flexibilidad de los tubos REHAU hace posible su instalación fácil y rápida. Los obstáculos se pueden rodear y son posibles los cambios de dirección dentro de la zanja sin necesidad de recurrir a accesorios. En este caso se deberán considerar, sin embargo, los radios mínimos y las fuerzas de curvatura, que dependerán de la temperatura del tubo, especificados en las tablas del apdo. 07.05 „Radios de curvatura y fuerzas de flexión“.



Fig. 07-21 Cruzamiento por debajo de tuberías

En caso necesario, p. ej. cuando la temperatura durante la instalación sea inferior a 10 °C o con grandes diámetros de tubo, se deberán atemperar previamente las bobinas en una nave o una tienda.



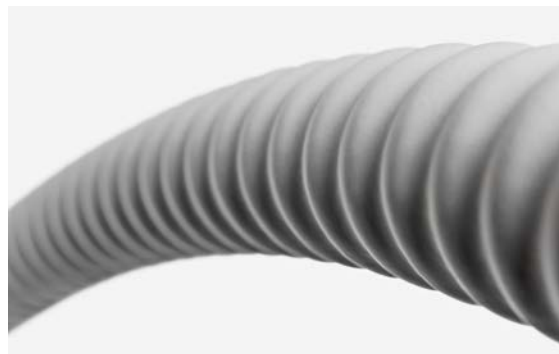
Fig. 07-22 Cambio de dirección sin accesorios



Fig. 07-23 Fácil colocación, gracias a la flexibilidad para seguir trazados

## 07.05 Radios de curvatura y fuerzas de flexión

### 07.05.01 Radios de curvatura



En caso de no poder alcanzar los radios de curvatura señalados en Tab. 07-4 / Tab. 07-5, debido a que la temperatura de la camisa exterior es más baja, se deberá precalentar la zona a curvar con una llama de soplete suave. Cuando la temperatura de trabajo esté en el punto de congelación o por debajo de éste, generalmente se deberá precalentar la zona a curvar.



#### **Dañado de los tubos**

Si se flexiona el tubo más allá del radio mínimo de curvatura, los tubos interiores pueden doblarse o resultar dañados. Observar los radios mínimos de curvatura, ver la „Tab. 07-4 Radios mínimos de curvatura RAUTHERMEX“ y la Tab. 07-5 „Radios mínimos de curvatura RAUVITHERM“.



Para compensar la menor flexibilidad a temperaturas por debajo de 10 °C precalentar la bobina durante unas horas en una nave o en una carpa calefaccionada. Esto facilitará la posterior colocación.

La instalación a temperaturas inferiores a 10 °C resulta más compleja a medida que la temperatura es más baja. A temperaturas inferiores a -10 °C, ya no es posible instalar los tubos.

### Radio mínimo de curvatura RAUTHERMEX

Diámetro exterior D	Radio mín. de curvatura R para temp. del tubo de cubierta 10 °C
76 mm	0,50 m
91 mm	0,55 m
111 mm	0,60 m
126 mm	0,65 m
142 mm	0,70 m
162 mm	1,0 m
182 mm	1,2 m
202 mm	1,4 m
250 mm	12,5 m (barras)

Tab. 07-4 Radios mínimos de curvatura RAUTHERMEX

### Radio mínimo de curvatura RAUVITHERM

Diámetro exterior D	Radio mín. de curvatura R para temp. del tubo de cubierta 10 °C
120 mm	0,9 m
150 mm	1,0 m
175 mm	1,1 m
190 mm	1,2 m
210 mm	1,4 m

Tab. 07-5 Radios mínimos de curvatura RAUVITHERM

Observaciones acerca del radio mínimo de curvatura: En el caso de las tuberías UNO con un tubo interno centrado, el radio mínimo de curvatura es el valor límite técnico para el curvado en cualquier dirección. En el caso de las tuberías DUO con dos tubos internos paralelos, el radio mínimo de curvatura rige en la dirección en la que se curvan uniformemente ambos tubos internos. Las tuberías DUO solo se pueden curvar limitadamente en otras direcciones, con un esfuerzo considerablemente mayor y radios de curvatura notablemente mayores.

Las fuerzas de curvado más pequeñas se dan cuando la dirección de curvado coincide con la dirección predeterminada del enrollado de la bobina.

### 07.05.02 Fuerzas de flexión

La temperatura exterior, el diámetro y composición de la tubería ejercen una gran influencia sobre las fuerzas de flexión y de instalación. Las fuerzas de flexión requeridas en la práctica son notablemente más pequeñas en el sistema de tubería RAUVITHERM que en el sistema RAUTHERMEX.

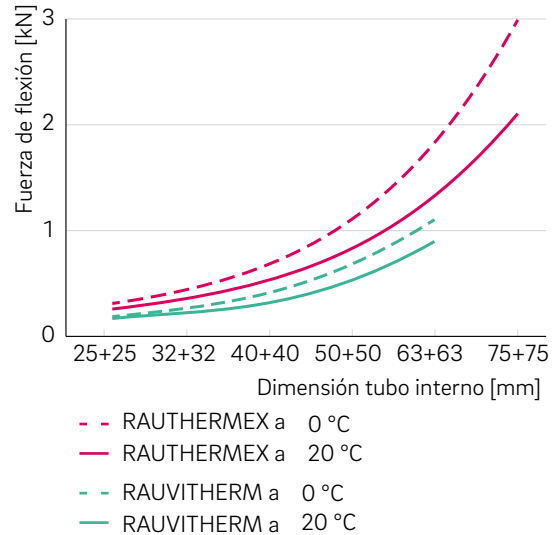


Fig. 07-24 Fuerzas de flexión DUO

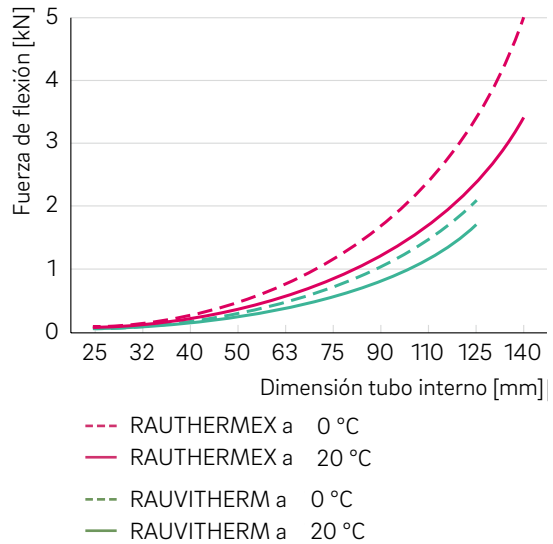


Fig. 07-25 Fuerzas de flexión UNO

## 07.06 Manipulación durante la instalación



### Efecto de látigo de los tubos

¡Al cortar las ataduras de las bobinas los extremos del tubo pueden resultar impulsados con un efecto de látigo!

No situarse en la zona de peligro.



### Corte de los flejes de la bobina

Corte siempre los flejes capa por capa.



### Apertura de la bobina capa a capa



### Riesgo de dobleces

**Asegúrese de que la sección de tubo desenrollada no se retuerza, de lo contrario podrían formarse pliegues.**

Por ello, los flejes deben abrirse capa por capa y sólo hasta donde sea necesario. Esto facilitará también el desenrollado manual.



### Desenrollado de la bobina

Para tubos con un diámetro exterior de hasta 150 mm, la bobina suele desenrollarse en posición vertical directamente junto a la zanja de la tubería. Con dimensiones de tubo mayores se recomienda utilizar dispositivos desbobinadores. En el caso de las tuberías DUO se recomienda utilizar un desbobinador horizontal, porque los tubos internos quedan así ya superpuestos tras el desbobinado. También se puede utilizar de forma complementaria o alternativa un girador de tubería (ver el apdo. 07.09.03).

Cuando la zanja está parcialmente rellena, la posibilidad de giro de los tubos DUO es limitada o, incluso, no se da.

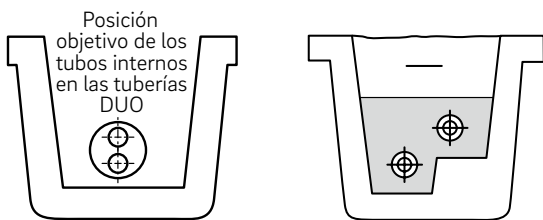


### Posicionamiento de los tubos

En el caso de los tubos DUO se deberán instalar la impulsión y el retorno superpuestos, para permitir la conexión de las derivaciones laterales.

En el caso de las tuberías DUO uno de los dos tubos internos está identificado con una raya continua para asignarlo a una línea (impulsión o retorno). Es aconsejable mantener la misma asignación en toda la red o, al menos, en los tramos más largos.

Se recomienda instalar las tuberías UNO en una zanja escalonada. Así se podrán realizar derivaciones hacia ambas direcciones en toda la red. También es posible la instalación en una zanja parcialmente escalonada, aunque esto puede dificultar la realización posterior de conexiones.



### Conexión de los tubos internos

Las uniones de tubos se deben realizar antes de rellenar la zanja, con el fin de tener la mayor movilidad posible de los tubos.

Para ello, los tubos internos deben estar al descubierto y realizar su unión mediante la técnica de casquillos corredizos REHAU o la técnica de accesorios electro-soldables FUSAPEX.



### Prueba de presión y estanqueidad

Antes de proseguir con la elaboración se debe realizar una prueba de estanqueidad de las uniones de tubo interno. Seguir las instrucciones del apdo.

"08 Indicaciones para la puesta en marcha y la operación", en la página 91.

### Registro de tuberías

Para garantizar la futura trazabilidad de la red, la instalación debe documentarse en un plano de tuberías según la norma DIN 2425-2. En particular, debe documentarse la asignación de las líneas de impulsión y de retorno. En las tuberías DUO uno de los dos tubos internos está identificado con una raya continua. Así se puede señalar en el plano de tuberías qué tubo corresponde a la impulsión y cuál al retorno en cada tramo del trazado.

### Conexión de la tubería externa mediante carcassas

Los puntos de conexión enterrados, tales como manguitos de acoplamiento y piezas en T, se deberán aislar y sellar con una calidad de estanqueización equivalente a la de los tubos.

Para ello existen dos sistemas de carcasa. El sistema de carcasa con clips REHAU y el sistema de manguito termoretráctil (ver los apdos. 04.04 y 04.05).



Al realizar las uniones tenga en cuenta las instrucciones de instalación y montaje. Si no dispone de ellas, por favor, contacte con su delegado comercial REHAU.





### Cambios de dirección de los tubos

Hay que procurar que los tubos a unir mediante manguitos y derivaciones discurren lo más rectos posibles o formando un ángulo recto (ver imagen abajo). El ángulo  $\alpha$  entre el eje del tubo y el eje del accesorio no debe superar los  $10^\circ$  en el caso de las carcassas exteriores con clips grandes o  $20^\circ$  en el caso de las carcassas exteriores con clips pequeños y los manguitos termoretráctiles.



Se recomienda apoyar las tuberías contra la pared de la zanja para alinearlas o utilizar elementos auxiliares para la instalación.

REHAU le proporciona elementos auxiliares para la alineación de los tubos. Ver los apdos. 07.09.03 y 07.09.04.

### Rellenado de la zanja

Rellenar la zanja con arena de grano 0/4 hasta 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo y compactar a mano por capas.



### Colocación de la cinta señalizadora de trazado

Para facilitar la identificación de la instalación en futuros trabajos de excavación es recomendable colocar una cinta señalizadora 40 cm por encima de las tuberías. La cinta de señalizadora debe llevar la siguiente etiqueta "Atención - Tubería de District Clima". Para facilitar la localización de la tubería instalada se puede utilizar cinta de identificación con conductor metálico.



### Restauración de la superficie

Seguir rellenando la zanja y volver a aplicar el pavimento original.



## 07.07 Situaciones de instalación especiales

### Transiciones del tubo a componentes especiales/ sistemas de terceros

Los componentes de unión REHAU permiten realizar uniones con todos los componentes especiales habituales (llave de corte, tubo bifurcado, pieza en T soldada, etc.). Ver también los apdos. 04.01 hasta 04.03.

Las carcasas exteriores REHAU (ver el apdo. 04.05) estanqueizan de forma segura el punto de unión. La técnica de carcasa exterior se puede emplear también con cubiertas exteriores lisas. Por ejemplo, es posible la transición a tubos metálicos u otros componentes especiales adecuados previa comprobación de la idoneidad y aclaración de cualquier requisito adicional.



Fig. 07-26 Transiciones de tubo

### Montaje mural/instalación a la intemperie

Normalmente las tuberías de District Klima se instalan bajo tierra (enterrándolas), sin embargo, también pueden instalarse a la intemperie o en montaje mural.

En la instalación a la intemperie/montaje mural hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Fijar las tuberías con abrazaderas con una separación de 1 m para evitar desplazamientos laterales por dilatación.
- Proteger los tubos contra las radiaciones solares, p. ej. con una chapa de aluminio.
- En caso necesario adoptar medidas de protección contra incendios especiales.
- Si es preciso, adoptar medidas de protección adicionales contra la congelación.

- Al final de cada tramo de tubería realizar puntos fijos, liras o compensadores en L para impedir los movimientos axiales o para absorberlos de forma controlada.



Fig. 07-27 Ejemplo de instalación a la intemperie/montaje mural



Fig. 07-28 Ejemplo de instalación a la intemperie/montaje mural

Como alternativa a nuestros sistemas en bobina nuestro sistema RAUFRIGO FW es un sistema en barras provisto de una cubierta con costura helicoidal. Se utiliza a menudo en plantas industriales, pero también, por ejemplo, para atravesar aparcamientos subterráneos.



Fig. 07-29 RAUFRIGO FW

## 07.08 Conexión posterior

### 07.08.01 Dispositivo de pinzado

Para la conexión posterior a tramos de tubería no seccionables de una red de distrito o para actuaciones de reparación se puede pinzar el tubo interno antes y después del punto afectado. Esto permite cortar el paso del fluido transportado bajo presión incluso sin necesidad de una llave de corte.

El pinzamiento se realiza de acuerdo con la instrucción GW 332 de DVGW.



No realizar el pinzamiento cuando la temperatura exterior esté por debajo de 5 °C. Si necesita asesoramiento para realizar este paso, contacte con su delegado REHAU.



Fig. 07-30 Pinzamiento del tubo interno UNO



Fig. 07-31 Pinzamiento del tubo interno DUO



Gracias al efecto de memoria, el tubo interno recupera prácticamente su forma original después del pinzamiento. El tubo interno conserva intactas sus propiedades mecánicas en el punto pinzado.

Una vez finalizado el trabajo de unión o reparación se puede retirar el pinzamiento y desmontarse la herramienta de pinzado. A continuación se pueden restablecer de inmediato las presiones y temperaturas de servicio habituales. A las temperaturas de servicio habituales en las redes de distrito, el tubo interno pinzado recupera su forma original muy rápidamente, de forma que por regla general no es necesario realizar a propósito una recuperación con abrazaderas recuperadoras.

Durante el pinzamiento las mordazas han de respetar una separación exacta, que debe quedar asegurada con el tope limitador.

Dimensión de tubo interior	Separación entre las mordazas en el tope limitador
25 x 2,3	3,7 mm
32 x 2,9	4,6 mm
40 x 3,7	5,9 mm
50 x 4,6	7,4 mm
63 x 5,8	9,3 mm
75 x 6,8	10,9 mm
90 x 8,2	13,1 mm
110 x 10	16,0 mm
125 x 11,4	18,2 mm
140 x 12,7	20,3 mm
160 x 14,6	23,4 mm

Tab. 07-6 Separación entre las mordazas para un grado de pinzamiento de 0,8

El pinzamiento puede utilizarse también en tuberías instaladas previamente (con extremos cegados).

### 07.08.02 NEXUS, collarín de toma en carga

El collarín de toma en carga se utiliza para la derivación rápida, sencilla y segura desde tubos internos de PE-Xa preaislados de RAUTHERMEX o RAUVITHERM – estando en servicio el tubo, a las temperaturas de servicio y bajo las presiones de servicio máximas según DIN 16892/93.

El collarín de toma en carga está disponible para las dimensiones de tubo interno de los sistemas de tuberías RAUVITHERM y RAUTHERMEX, de REHAU, siguientes:

- 63
- 75
- 90
- 110
- 125

REHAU NEXUS se puede emplear en combinación con los tipos de tubo señalados para las aplicaciones siguientes:

- abastecimiento de energía térmica y calefacción urbana
- aplicaciones industriales, p. ej. calefacciones a alta temperatura de hasta 95 °C

A diferencia de la operativa convencional de la realización de derivaciones posteriores, el collarín de toma en carga REHAU NEXUS permite prescindir de preparativos muy laboriosos, como son el vaciado de la red, la excavación de grandes tramos de zanja y el pinzamiento de los tubos.



Fig. 07-32 Collarín de toma en carga NEXUS



Para más datos técnicos sobre la toma en carga con NEXUS, ver el apdo. "04.07.01 REHAU NEXUS" en la página 31.

Puede solicitar las instrucciones de montaje a su delegado REHAU.

### 07.09 Medios auxiliares para la instalación

#### 07.09.01 Dispositivo desbobinador horizontal

Para desenrollar fácilmente las bobinas de tubo, incluso en zonas estrechas, se recomienda el uso de un desbobinador. La bobina se fija en el dispositivo y se puede desenrollar horizontalmente. Ésta herramienta es adecuada sobre todo, para los tubos DUO, porque al desenrollar los tubos interiores quedan superpuestos verticalmente dentro de la zanja.

Dependiendo de las condiciones, el desenrollado puede realizarse de dos maneras:

##### Desbobinador horizontal estacionario

Cuando se trata de instalar cruzando por debajo de tuberías, se puede colocar el dispositivo desbobinador al final de la zanja y traccionar desde allí el tubo dentro de la zanja.



Fig. 07-33 Desbobinador horizontal estacionario al final de la zanja

##### Desbobinador horizontal sobre remolque

El dispositivo desbobinador se puede montar sobre un remolque y moverse a lo largo de la zanja. El tubo es desbobinado directamente dentro de la zanja.

#### 07.09.02 Desbobinador vertical



Fig. 07-34 Desbobinador vertical móvil

Con las tuberías UNO se puede utilizar también un dispositivo desbobinador vertical. La bobina se coloca en las guías y se desenrolla desde allí. El dispositivo desbobinador vertical también es de uso flexible, porque está configurado como remolque.



Fig. 07-35 Dispositivo desbobinador vertical móvil

#### 07.09.03 Girador de tubería (tuberías DUO)

Al unir entre sí las tuberías DUO los tubos internos no deben estar en posición horizontal, sino superpuestos en posición vertical. Como este no es siempre el caso, antes de proceder a la unión hay que llevar los tubos a la posición vertical. Esta es la función del girador de tubería.



Fig. 07-36 Girador de tubería

#### 07.09.04 Herramienta auxiliar para el tendido STRAITA

Esta herramienta auxiliar para el tendido de REHAU es una herramienta versátil para la instalación de tuberías de District Clima REHAU RAUTHERMEX y RAUVITHERM. Su aplicación principal es el enderezamiento de tubos para facilitar la conexión de los extremos de la tubería. Sin embargo, puede utilizarse también para posicionar tuberías.



Fig. 07-37 Herramienta auxiliar para el tendido STRAITA



Cuando utilice la herramienta auxiliar para el tendido STRAITA tenga en cuenta las instrucciones de montaje. Puede solicitarlas a su delegado REHAU.

### 07.10 Tiempos orientativos de instalación y montaje

Los tiempos indicados son orientativos. Pueden variar considerablemente dependiendo de la situación existente durante la instalación. Los factores que influyen son las características de la obra, las condiciones climatológicas, el rendimiento individual, la experiencia de los instaladores, etc.

#### Instalación de la tubería en zanja a cielo abierto (sin obra civil)

	Tipo de tubo	RAUTHERMEX		RAUVITHERM	
		Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/m)	Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/m)
Incluyendo pasos por debajo de otras estructuras, obstáculos y considerando el empleo de maquinaria para la instalación de las tuberías (excavadora, cabrestante, etc.)	UNO 20, 25, 32, 40	2	3	2	3
	UNO 50, 63	2 – 3	5	2	4
	UNO 75	2 – 3	7	2 – 3	5
	UNO 90, 110, 160	3	10	2 – 3	8
	UNO 125, 140	3	12	3	10
	DUO 20, 25, 32, 40	2	5	2	4
	DUO 50, 63, 75	2 – 3	7	2	5

Tab. 07-7 Tiempos orientativos para la instalación del tubo

#### Unión de tubos internos en la zanja abierta

	Tipo de tubo	RAUTHERMEX		RAUVITHERM	
		Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/ud.)	Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/ud.)
Realización de una unión en T: Incluyendo el aislamiento de los tubos, el montaje de los fittings, la unión mediante casquillos corredizos, la preparación de las juntas anulares y de carcasas exteriores. Considerando el empleo de herramientas, así como los preparativos y los trabajos posteriores típicos en la obra	UNO 20, 25, 32, 40	2	80	2	50
	UNO 50, 63	2 – 3	100	2 – 3	70
	UNO 75	3	140	2 – 3	100
	UNO 90	3	170	3	120
	UNO 110	3	200	3	150
	UNO 125	4	220	4	170
	UNO 140	4	240	–	–
	DUO 20, 25, 32, 40	2	180	2	150
	DUO 50, 63	3 – 4	220	3 – 4	180
	Confección de las uniones I/L: Incluyendo el aislamiento de los tubos, el montaje de los fittings, la unión mediante casquillos corredizos, la preparación de las juntas anulares y de las carcasas exteriores. Considerando el empleo de herramientas, así como los preparativos y los trabajos posteriores típicos en la obra	UNO 20, 25	2	20	2
UNO 32, 40		2	50	2	40
UNO 50, 63		2	75	2	65
UNO 75		2	100	2	80
UNO 90		2 – 3	110	2	90
UNO 110		3	130	2	100
UNO 125		3 – 4	160	2 – 3	130
UNO 140		3 – 4	180	–	–
UNO 160		2 – 3	180	–	–
DUO 20, 25		2	40	2	30
DUO 32, 40		2	100	2	70
DUO 50, 63, 75		2	150	2	130

Tab. 07-8 Tiempos orientativos para la unión de los tubos internos

**Entrada en el edificio (sin pasamuros ni agujeros de barrena)**

	Tipo de tubo	RAUTHERMEX		RAUVITHERM	
		Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/ud.)	Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/ud.)
Incluyendo aislamiento de los extremos de la tubería, montaje del fitting de cierre final o llave de esfera, colocación de junta de laberinto y rellenado por detrás con mortero de reparación	UNO 20 – 50	1	50	1	50
	UNO 63 – 110	1 – 2	75	1	65
	UNO 125 – 140	1	90	1 – 2	80
	DUO 20 – 32	1	60	1	50
	DUO 40 – 75	1	80	1	70

Tab. 07-9 Tab. 02-9 Tiempos orientativos para la completación de la entrada en un edificio

**Aislamiento posterior de uniones de tubos dentro de la zanja**

Incl. tiempos de espera y de enfriamiento. Considerando el empleo de herramientas, así como los preparativos y los trabajos posteriores típicos en la obra

	Dimensión	Sistema de manguitos con clips		Sistema de manguito exterior	
		Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/ud.)	Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/ud.)
Derivación en T incluyendo aislamiento posterior	Pequeña	1	45	1	75
	Grande	1	50	1	80
Unión I/L incluyendo aislamiento posterior	Pequeña	1	25	1	40
	Grande	1	30	1	45

Tab. 07-10 Tiempos orientativos para el aislamiento posterior

**Montaje de componentes especiales**

	Tipo de tubo	Sistema de manguitos con clips		Sistema de manguito exterior	
		Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/ud.)	Núm. personas necesarias	Tiempo de trabajo (min/ud.)
Montaje completo del tubo bifurcado	DUO 25 – 32	2	150	2	150
	DUO 40 – 50	2 – 3	310	2	310
	DUO 63 – 75	3	380	2 – 3	380
Montaje de llave de corte enterrada (sin llenado, estanqueización ni tubos protectores)	UNO 25 – 50	2	90	2	90
	UNO 63 – 90	2	200	2	200
	UNO 110 – 125	3	260	2 – 3	260
	DUO 25 – 50	2	140	2	140
	DUO 63 – 75	2 – 3	300	2 – 3	300

Tab. 07-11 Tiempos orientativos para el montaje de componentes especiales



## 08 Indicaciones para la puesta en marcha y la operación

### 08.01 Requisitos para agua de calefacción

#### 08.01.01 Aspectos generales

Las condiciones de la puesta en marcha y la operación de las instalaciones de calefacción y las redes de District Climate ejercen una gran influencia sobre la aparición de daños por corrosión y la formación de incrustaciones minerales. Para prevenir los daños derivados de ello hay que considerar determinados parámetros del agua y respetar los correspondientes valores límite. Operar siempre el sistema de tuberías con agua adecuada y acondicionada al efecto. Durante el servicio se deben realizar obligatoriamente controles periódicos de la calidad del agua.

En caso de utilizar un medio operativo inadecuado pueden aparecer diversos daños:

#### Incrustaciones

El agua no tratada (agua potable, agua de grifo) contiene cantidades más o menos grandes de gases y sales disueltas. Para la formación de las incrustaciones son determinantes la dureza de carbonatos y la dureza total del agua. Son promotores de la dureza el hidrogenocarbonato, así como los iones de calcio y magnesio. Sobre todo a medida que aumentan las temperaturas se desencadenan reacciones de precipitación, que pueden llevar a incrustaciones y al bloqueo de componentes. En los intercambiadores de calor de placas y otros componentes pueden formarse incrustaciones con contenido en hierro, tales como óxidos de hierro e hidróxidos (herrumbre) o magnetita.

#### Corrosión

Existen tipos y mecanismos de corrosión muy variados, la mayoría de los cuales son de origen químico. La composición química del agua de calefacción y los materiales empleados en la instalación, entre otros factores, influyen sobre la corrosión. El contenido de oxígeno desempeña un papel fundamental en la corrosión de los metales. Otros factores que influyen sobre la aparición de la corrosión son el índice pH (concentración de ácido), la capacidad ácido (capacidad amortiguadora) y el contenido de sales.

En la Tab. 08-1 están recopilados los valores orientativos sobre calidad del agua. Aquí hay que distinguir entre modo operativo pobre en sal y modo operativo con contenido en sal:

Propiedades	Unidad	Pobre en sal	Con contenido en sal
Conductividad eléctrica a 25 °C	µS/cm	10 – 30	> 30 – 100
Aspecto		claro, libre de sustancias en suspensión	
Índice pH <sup>1)</sup> a 25 °C		9,0 – 10,0	9,0 – 10,5
Oxígeno <sup>2)</sup>	mg/l	< 0,1	< 0,05
Dureza <sup>3)</sup> (alcalino-térreos)	mmol/l	< 0,02	< 0,02
	°dH	< 0,1	< 0,1

1) En función de los materiales utilizados en la instalación, para las sustancias con contenido en hierro se detiene la corrosión en el valor indicado

2) Contenido de oxígeno < 0,1 mg/l, pero lo más bajo posible

3) Recomendación de la Guía sobre calidad del agua de Danfoss, según VdTÜV-TCh 1466 dureza total < 0,1 °dH

Tab. 08-1 Valores orientativos de calidad del agua según AGFW FW510 o VdTÜV-TCh 1466



**08.01.02 Puesta en marcha**

El tratamiento del agua y su análisis se deberán encargar a empresas especializadas.

Durante el servicio la calidad del agua deberá situarse siempre dentro del intervalo preestablecido en cuanto a concentración de oxígeno, índice pH y conductividad eléctrica.

En caso de no respetarse los valores orientativos para el agua será necesario adoptar las correspondientes medidas. Dado que dentro del ámbito del abastecimiento de energía térmica y de la calefacción urbana es habitual en la práctica la operación con agua que contiene sal, las recomendaciones siguientes se refieren a ella. Aparte de las medidas señaladas se deberá atender al estado actual de la técnica. En particular serán vinculantes las especificaciones de la VDI 2035, que aquí se mencionan parcialmente y deberán aplicarse de forma adaptada a la instalación:

- Se deberá descalcificar completamente el agua no tratada mediante la utilización de intercambiadores de cationes regenerables con sal común (NaCl).
- Para el ajuste del índice pH deberá utilizarse hidróxido sódico (NaOH) o fosfato sódico (Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>).
- Si se proyecta e instala correctamente y se somete periódicamente a un mantenimiento y, en caso necesario, reparación se debe partir de la base de que el contenido de oxígeno durante el funcionamiento regular de instalaciones cerradas en términos de corrosión se ajusta en valores inferiores a 0,02 mg/l.
- Para enlazar el oxígeno no se debería utilizar sulfito sódico (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>), porque el sulfito se transforma entonces en sulfato y, a continuación, puede ser reducido por las bacterias en sulfuro. Esto genera un entorno corrosivo frente al cobre y el acero inoxidable.
- No es de prever una mayor oxigenación por el uso de tubos internos de PE-Xa de REHAU en las tuberías RAUTHERMEX o RAUVITHERM enterradas. Ver también la Tab. 03-1 en la página 11 línea Estanqueidad frente a la difusión del oxígeno.
- Antes de la puesta en marcha hay que enjuagar a fondo la instalación con agua acondicionada o totalmente descalcificada.
- Inmediatamente después del enjuague se realizará la prueba de estanqueidad con agua de llenado.
- Evitar vaciar la instalación de calefacción tras una prueba de estanqueidad con agua no tratada, porque inevitablemente quedarán residuos de agua en partes de la instalación. Debido a la incorporación de oxígeno del aire se darán las condiciones requeridas para el desarrollo de reacciones de corrosión: en el ámbito del límite entre las tres fases agua/material/aire se forman pequeños puntos de agresión localizados (corrosión en la línea de agua). Si se produce la entrada de oxígeno, este daño previo puede seguir creciendo durante el posterior funcionamiento y provocar perforaciones de

paredes. Los mismos mecanismos pueden aparecer también si se deja fuera de servicio la instalación de calefacción durante un tiempo prolongado tras vaciar ésta o partes de ella.

- Se evitará el uso solo temporal de mezclas de agua/ anticongelante (p. ej. durante la fase de obras) y el consiguiente rellenado, completando con agua sin descongelante.
- La correcta instalación y puesta en marcha del sistema de presurización es obligatoria como medida de protección contra la corrosión (ver también la VDI 4708 Hoja 1). Esta es la medida técnica más importante para minimizar la entrada de oxígeno.
- Para prevenir la formación de bolsas y burbujas de aire es imprescindible la purga de aire completa de la instalación a la máxima temperatura de servicio.
- Tras la puesta en marcha de la instalación a la máxima temperatura de servicio se deberá controlar su funcionamiento en cuanto a incidencias, pérdidas y ruidos.
- Generalmente, la adición de aditivos (productos químicos) al agua como medida de protección contra la corrosión sólo es necesaria en instalaciones de calefacción abiertas en términos de corrosión. Se deberán seguir las instrucciones de los fabricantes de los aditivos. Los aditivos pueden fomentar la formación de biocapas.

Reflejar los parámetros de la puesta en marcha en un cuaderno de registro de la instalación (p. ej. con arreglo al Anexo C de la VDI 2035, hoja 2). El instalador o el proyectista de la instalación deberán entregar este cuaderno al operador de la instalación tras la puesta en marcha. El operador será a partir de ese momento responsable de llevar al día el cuaderno de registro de la instalación. El cuaderno de registro de la instalación forma parte de la instalación.

14	muy alcalina
13	
12	
11	
10	
9	VDI 2035
8,2	
8	
	7
neutra	6
	5
	4
	3
	2
muy ácida	1

Fig. 08-1 Índice pH

### 08.01.03 Operación, mantenimiento, reparación

Las instalaciones de calefacción requieren, como mínimo, un mantenimiento anual. El operador es responsable del mantenimiento.

La medida de mantenimiento operativo más importante es el control de la presión de la instalación, para prevenir, en particular, las situaciones de presión insuficiente, con aporte de oxígeno al agua de calefacción. El hecho de que, durante el funcionamiento, la presión de la instalación caiga por debajo de la presión admitida es un indicio de un sistema de presurización averiado o de una fuga. Se deben realizar las actuaciones de mantenimiento o reparación necesarias. Cuando la presión cae por debajo del valor admitido se forman bolsas de aire en la zona más alta de la instalación, que perturban la circulación del agua de calefacción e impiden la transmisión del calor. Una vez corregidas las deficiencias del sistema de presurización o reparada la fuga hay que realizar una purga de aire y reponer el agua necesaria.

Otros puntos a tener en cuenta:

- En todas aquellas instalaciones en las que se realice un tratamiento del agua de llenado y de reposición o del agua de calefacción, se deberán medir y documentar la conductividad y el índice pH siguiendo las indicaciones del fabricante, como mínimo una vez al año. Lo mismo es aplicable a las instalaciones con una potencia calorífica nominal superior a 600 kW, independientemente de si se trata el agua o no.
- En caso de superarse los valores orientativos de conductividad según la Tab. 08-1 en la página 88 deberán adoptarse medidas para la reducción de la conductividad (p. ej. la eliminación de lodos en el agua de calefacción).
- En caso de tratar el agua, el proyectista o el instalador deberán fijar y documentar los parámetros de control y fijar los correspondientes intervalos de valores de ajuste.
- El proyectista deberá predeterminar asimismo la frecuencia de los controles y las actuaciones necesarias en caso de detectarse desviaciones con respecto al intervalo de valores de ajuste. Se deberán documentar estos detalles.
- En las instalaciones con altos volúmenes de reposición (p. ej. más del 10% de la capacidad de la instalación al año) deberá localizarse sin demora la causa y corregirse la deficiencia. Tener en cuenta que, en caso de consumir constantemente grandes cantidades de agua de llenado o de reposición, incluso para los componentes situados aguas abajo del punto de entrada del agua, existe una elevada probabilidad de corrosión.

### 08.01.04 Tratamiento del agua

El tratamiento del agua con productos químicos se deberá restringir a casos de excepción.

La selección de las actuaciones de tratamiento del agua y los cambios en el tratamiento del agua requieren conocimientos técnicos y deberían confiarse a empresas especializadas. Todas las actuaciones de tratamiento del agua han de justificarse y documentarse en el cuaderno de registro de la instalación.

### 08.01.05 Tomar una muestra de agua para su análisis externo en un laboratorio



#### Peligro de quemaduras

El contacto con el agua caliente que sale puede provocar quemaduras graves.

Utilice un equipo de protección adecuado.

---

El recipiente utilizado para recoger la muestra de agua debe cumplir los siguientes requisitos:

- Capacidad mínima 1 litro
- Limpio y sin residuos químicos
- Se debe poder cerrar de forma hermética
- Resistente a la rotura (p. ej. botella de agua de material PET)
- Rotulable

La muestra debe tomarse sobre el circuito primario. Para ello, los tramos de derivación deberán vaciarse: En consecuencia se deberán vaciar primero las tuberías de derivación:

1. Dejar correr, como mínimo, 2 litros de agua de la instalación en el punto de toma apropiado.
2. Llenar completamente, hasta que rebose, el recipiente de la muestra.
3. Cerrar herméticamente el recipiente de la muestra.  
Después de cerrarlo no debe quedar aire dentro del recipiente de la muestra.
4. Rotular correctamente el recipiente, para garantizar una asignación inconfundible de la muestra.

### 08.01.06 Estación central de filtrado

El uso de un filtro combinado mecánico-magnético en el flujo secundario permite filtrar las partículas (magnetita, virutas de cobre, etc.) durante el funcionamiento. Esto previene las eventuales incidencias en la red de distrito (erosión/corrosión, efecto abrasivo de las virutas de cobre sobre los tubos poliméricos, carga mecánica adicional para las bombas, incrustaciones de magnetita en intercambiadores de calor, obturación de válvulas). Estas impurezas pueden llegar al agua de la red de District Clima como consecuencia de reparaciones incorrectas, sobre todo en el caso de subestaciones domésticas para calefacción directa.

Mientras que en una gran red de calor sólo se limpia entre el 5-15% del total del agua de la red secundaria, en los sistemas con circuitos pequeños puede resultar también rentable una filtración al 100%. No obstante, hay que tener en cuenta que, con la ayuda de un bypass automático, es posible hacer funcionar el sistema incluso con el filtro lleno y obstruido.

#### Una posible solución según VDI 2035

Tratamiento del agua sin productos químicos mediante el ejemplo de EnwaMatic® (empresa ENWA AS Alemania)

Requisito hoja 1:

- Fácil llenado de una instalación de calefacción con agua convenientemente tratada mediante un cartucho

Requisito hoja 2:

- Grado de filtración duradero de 5 µm con contralavado automático
- Ajuste autoregulante del índice pH en 9 – 10 para materiales con contenido en hierro
- Autoreducción de una dureza total excesiva del agua
- Barrera antibacteriana
- Desgasificación de microburbujas

### 08.02 Pruebas de presión y de estanqueidad

#### 08.02.01 Fundamentos de la prueba de estanqueidad



La completación exitosa y la documentación de una prueba de estanqueidad es el prerrequisito para eventuales reclamaciones dentro del marco de la garantía REHAU o del acuerdo de asunción de responsabilidad con la Asociación Central de Fabricantes de Instalaciones Sanitarias, de Calefacción y Climatización) (ZVSHK, Alemania).

Por razones de técnica de seguridad se recomienda realizar en las redes District Clima solo la prueba de estanqueidad con agua. La prueba con aire comprimido conlleva notables riesgos, debido al gran volumen de tubos y sus resultados no son suficientemente concluyentes.

Según las normas EN 806-4 y DIN 1988 se debe realizar en las tuberías instaladas, pero todavía no cubiertas (es decir, antes de montar las carcasas exteriores), una prueba de estanqueidad previa a su puesta en marcha.

La curva de presión de ensayo (constante, decreciente, creciente) sólo permitirá extraer hasta cierto punto conclusiones acerca de la estanqueidad de la instalación.

- La estanqueidad de la instalación sólo se puede verificar mediante un examen visual de los tubos descubiertos.
- Las fugas pequeñas sólo pueden localizarse mediante una inspección visual (escape de agua) a alta presión.

La división de la red de District Clima en secciones de prueba más pequeñas aumenta la precisión de las pruebas.

#### 08.02.02 Pruebas de estanqueidad con agua

##### Preparativos de la prueba de estanqueidad con agua

1. Las tuberías deberán ser accesibles y no podrán estar ocultas.
2. Si resulta necesario, desmontar los dispositivos de seguridad y los contadores y sustituirlos por tramos de tubo u órganos de corte.  
Llenar las tuberías desde el punto más bajo de la instalación, evitando la entrada de aire, con agua de llenado filtrada. La temperatura del agua ha de coincidir en este caso con la temperatura ambiente ( $\Delta\vartheta \leq 10$  K temperatura ambiente con respecto a la temperatura del agua)
3. Purgar el aire de los puntos de consumo hasta que se observe una salida de agua sin aire.
4. Utilizar para la prueba de estanqueidad un aparato para pruebas de estanqueidad con una precisión de 100 hPa (0,1 bares).

5. Conectar el aparato para pruebas de estanqueidad en el punto más bajo de la instalación de la red de District Climate.
6. Cerrar cuidadosamente todos los puntos de extracción.



Las variaciones de temperatura en el sistema de tuberías pueden influir en gran medida sobre la prueba de estanqueidad; una variación de temperatura de p. ej. 10 K puede causar una variación de presión de 0,5 hasta 1 bares.

Debido a las propiedades de los materiales de los tubos (p. ej. dilatación del tubo a medida que aumenta la presión aplicada) puede producirse una fluctuación de presión durante la prueba de estanqueidad.

La presión de prueba y la curva de presiones resultante de la prueba no proporcionan datos suficientes para concluir la estanqueidad de la instalación. Por esta razón se debe verificar la estanqueidad de la instalación completa mediante un examen visual, tal como se especifica en las normas.

7. Asegurarse de que la temperatura se mantiene lo más constante posible en el transcurso de la prueba de estanqueidad.
8. Preparar el acta de la prueba de estanqueidad (ver la página 96) y anotar los datos de la instalación.

### Prueba de estanqueidad para instalaciones de tuberías RAUTHERMEX o RAUVITHERM

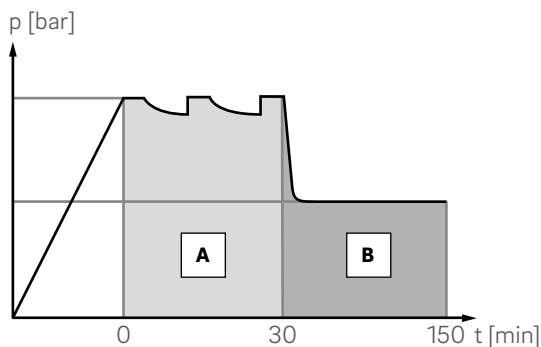


Fig. 08-2 Gráfica de la prueba de estanqueidad para tuberías RAUTHERMEX y RAUVITHERM basada en la instrucción ZVSHK

- [A] Tiempo de adaptación (en caso necesario, bombeo adicional)
- [B] Prueba de estanqueidad para instalaciones de tuberías RAUTHERMEX y RAUVITHERM

1. Presurizar lentamente la instalación hasta la presión de ensayo (= 1,1 x presión de servicio máx.).  
Ejemplo de presión de ensayo:  
1,1 x 6 bares (a 80 °C) = 6,6 bares
2. Mantener la presión de ensayo durante 30 minutos. En caso necesario restablecer periódicamente la presión de ensayo.
3. Después de 30 minutos anotar la presión de ensayo en el acta de la prueba de estanqueidad.
4. Comprobar mediante un examen visual la estanqueidad de la instalación completa, en especial de los puntos de unión.
5. Bajar lentamente la presión de ensayo hasta 0,5 x la presión máxima de ensayo y anotar la presión de ensayo en el acta de la prueba de estanqueidad.  
Ejemplo de presión de ensayo reducida  
0,5 x 6,6 bares = 3,3 bares
6. Después de 2 horas leer la presión de ensayo y anotarla en el acta de la prueba de estanqueidad. Comprobar mediante un examen visual la estanqueidad de la instalación completa, en especial de los puntos de unión.  
Si la presión de ensayo ha caído:
  - Realizar nuevamente un examen visual minucioso de las tuberías, así como de los puntos de toma y de unión.
  - Una vez corregida la causa de la caída de presión repetir la prueba de estanqueidad de la instalación (pasos 1- 7).
7. En caso de no detectarse ninguna fuga durante el examen visual, se puede dar por concluida la prueba de estanqueidad.

### Finalización de la prueba de estanqueidad con agua

Una vez completada la prueba de estanqueidad:

1. La empresa instaladora y el cliente han de confirmar la realización de la prueba de estanqueidad en el acta correspondiente.
2. Desmontar el aparato para pruebas de estanqueidad.
3. Remontar los dispositivos de seguridad y los contadores previamente desmontados.

**Acta de la prueba de estanqueidad: pérdidas térmicas de los tubos RAUTHERMEX y RAUVITHERM****Ensayo basado en la instrucción ZVSHK****Prueba de estanqueidad con agua****1. Datos de la instalación**

Proyecto de obra: \_\_\_\_\_

Propietario/promotor: \_\_\_\_\_

Calle/número: \_\_\_\_\_

C.P./Población: \_\_\_\_\_

 El agua de llenado está filtrada y la instalación de tuberías completamente purgada.

La presión de servicio admitida asciende a \_\_\_\_\_ bares

Temperatura del agua  $\vartheta_W =$  \_\_\_\_\_ °C Temperatura ambiente  $\vartheta_U =$  \_\_\_\_\_ °C $\Delta\vartheta = \vartheta_U - \vartheta_W =$  \_\_\_\_\_ K**2. Prueba de estanqueidad****Paso 1:**  $\Delta\vartheta \leq 10$  K Temperatura ambiente con respecto a temperatura de llenado

Presión de ensayo \_\_\_\_\_ bares (1,1 x presión de servicio máx, p. ej. 1,1 x 6,0 bares = 6,6 bares)

Tiempo de espera \_\_\_\_\_ min. (al menos 30 minutos); Mantener la presión de ensayo, es decir, aumentar de nuevo regularmente

Presión después de 30 min. \_\_\_\_\_ bar

 Estanqueidad de la instalación completa, en especial de los puntos de unión, verificada mediante un examen visual, no habiéndose detectado ninguna fuga.**Paso 2:**

Presión de ensayo \_\_\_\_\_ bares (0,5 x presión de ensayo máxima, p. ej. 0,5 x 6,6 bares = 3,3 bares)

Duración de la prueba \_\_\_\_\_ mín. (120 min.)

Presión después de 120 min. \_\_\_\_\_ bares

**3. Anotaciones de la prueba** \_\_\_\_\_ En el paso 2 de la prueba de estanqueidad no se ha leído ninguna caída de presión en el manómetro. La instalación completa es estanca.**4. Confirmación**

Por parte del cliente: \_\_\_\_\_

Por parte de la empresa instaladora: \_\_\_\_\_

Población: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Anexos: \_\_\_\_\_

## Normas y reglamentos

---

### §

Observe las normas de colocación, instalación, prevención de accidentes y seguridad, tanto nacionales como internacionales, aplicables al montaje de instalaciones realizadas con tubos, así como las indicaciones contenidas en la presente información técnica.

Observe asimismo las leyes, reglamentos, directrices, normas (p.ej. UNE, EN, ISO, DVGW, TRGI, VDE y VDI) vigentes, así como las normas sobre protección del medio ambiente, las disposiciones de las mutualidades laborales y las normas de las compañías suministradoras.

Los campos de aplicación no contemplados en la presente información técnica (aplicaciones especiales) deben ser consultados previamente a nuestro dpto. Departamento Técnico.

Para obtener un asesoramiento detallado diríjase a su delegado REHAU.

Las instrucciones de proyectado y montaje están directamente ligadas al producto REHAU respectivo. Se remite de forma extractada a reglamentos y normas de aplicación general.

Tener en cuenta siempre la versión actual de los reglamentos, las directrices y las normas.

Asimismo se deberán respetar las normas, reglamentos y directrices no contempladas en la presente información técnica, relativas al proyectado, la instalación y la operación de redes de District Clima.

---

### Aspectos generales

AGFW FW 420

Tuberías para calefacción urbana a base de sistemas de tubos flexibles – Sistemas de tubos internos poliméricos

ASTM C 1113

Medición de la conductividad térmica de materiales refractarios mediante resistencia eléctrica (método con termómetro de resistencia de platino)

BGA KTW Evaluación sanitaria de polímeros y otros materiales no metálicos dentro del marco de la Ley de Alimentos y Objetos de Consumo para el ámbito del agua potable

DIN 2425 Parte 2

Planeamiento de servicios de abastecimiento, gestión del agua y tuberías de calefacción a distancia

DIN 4102

Reacción al fuego de materiales y componentes de construcción

DIN 4726

Calefacciones por superficie radiante con agua caliente y conexiones a radiadores – Sistemas de tubos poliméricos y tubos multicapa

DIN 16892

Tubos de polietileno reticulado de alta densidad (PE-X)  
- Requisitos generales de calidad, pruebas

DIN 16893

Tubos de polietileno reticulado de alta densidad (PE-X)  
- Dimensiones

DIN 53420

Ensayado de espumas; Determinación de la densidad aparente

DIN 53428

Ensayado de espumas; Determinación del comportamiento frente a líquidos, vapores, gases y sólidos

DIN 53577

Ensayado de espumas blandas elásticas; Determinación de la resistencia a la compresión y de la curva característica de resorte mediante un ensayo de compresión

UNE EN 253

Tuberías de calefacción urbana – Sistemas de tuberías preaisladas para redes de agua caliente enterradas directamente

UNE EN 15632  
Tuberías de calefacción urbana – Sistemas de tuberías flexibles prefabricados

UNE EN ISO 13760  
Tubos de plástico para la conducción de fluidos a presión - Regla de Miner - Método de cálculo por acumulación de daños

UNE EN ISO 15875  
Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría - Polietileno reticulado (PE-X)

Hoja de trabajo GW 332 de DVGW  
Pinzamiento de tuberías de suministro de gas y agua en polietileno

Hoja de trabajo W 270 de DVGW  
Propagación de microorganismos en materiales para el ámbito del agua potable - Ensayo y valoración

Hoja de trabajo W 400 de DVGW  
Reglas Técnicas para Instalaciones de Distribución de Agua (TRWV)

Hoja de trabajo W 531 de DVGW  
Realización, aseguramiento de la calidad e inspección de tubos de VPE para instalaciones de agua potable

Hoja de trabajo W 534 de DVGW  
Enlaces para tubos y empalmes de tubos en instalaciones de agua potable

Hoja de trabajo W 544 de DVGW  
Tubos de material polimérico para instalaciones de agua potable

ISO 1183  
Polímeros – Método para determinar la densidad de polímeros no espumados

ISO 11357-3  
Plásticos – Calorimetría diferencial de barrido (DSC) - Parte 3: Determinación de la temperatura y de la entalpía de fusión y de cristalización

ISO 1183  
Polímeros – Método para determinar la densidad de polímeros no espumados

### **Proyectado e instalación**

DIN 1055  
Acciones en estructuras

DIN 4124  
Zanjas y fosos en obras - Taludes, preparativos, anchuras del espacio de trabajo

DIN 8075  
Tubos de polietileno (PE) - PE 80, PE 100 – Requisitos generales de calidad, ensayos

UNE EN 12831  
Sistemas de calefacción en edificios - Método para el cálculo de la carga térmica de diseño

DIN V 4701  
Evaluación energética de las instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado

### **Puesta en marcha**

Hoja de trabajo FW 510 de AGFW  
Requisitos al agua de circuitos en calefacciones industriales y a distancia, así como indicaciones para su operación

DIN 1988  
Reglas Técnicas para Instalaciones de Agua Potable

DIN 18380 (VOB)  
Reglamento Alemán sobre Procedimientos de Contratación de Obras (VOB) - Parte C: Condiciones Técnicas Contractuales Generales para Servicios de Construcción (ATV) - Instalaciones de calefacción e instalaciones centralizadas de generación de ACS

UNE EN 806  
Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios

UNE EN 1264  
Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies

VDI 2035  
Prevención de daños en instalaciones de calefacción por agua caliente – Formación de incrustaciones en instalaciones de ACS y de calefacción por agua caliente

VDI 4708  
Presurización, purga de aire, desgasificación

VdTÜV-TCh 1466  
Valores orientativos para el agua de circuito de instalaciones con agua a muy alta temperatura

Instrucción ZVSHK Pruebas de estanqueidad de instalaciones de agua potable mediante uso de aire comprimido, gas inerte o agua

## Servicio postventa REHAU



### Le acompañaremos en todas las fases del proyecto



#### Asesoramiento desde el inicio

Con nuestro soporte para la planificación le acompañamos ya desde la fase de diseño del proyecto – esto incluye, por supuesto también las asistencias en obra.



#### Formación

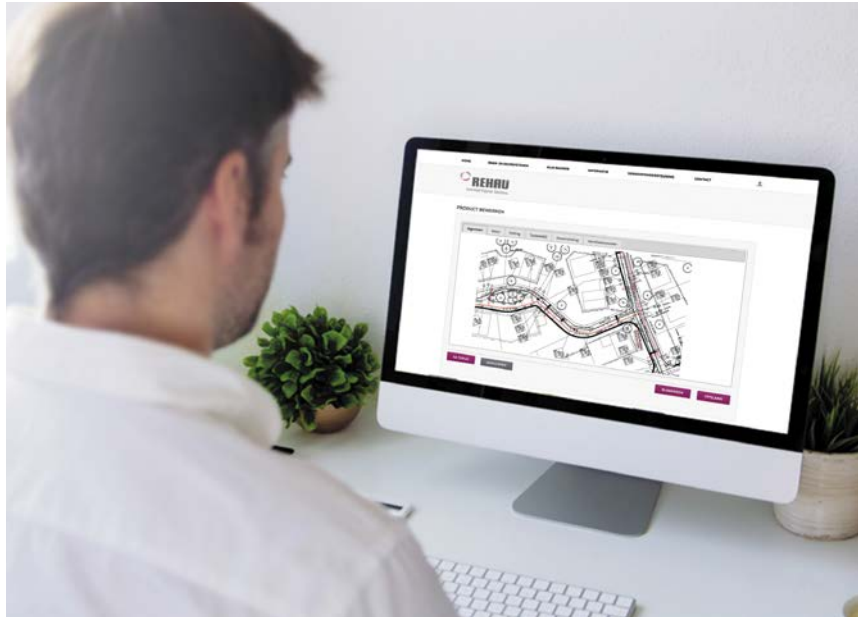
Porque creemos que el éxito de un proyecto se basa en tener conocimientos técnicos sobre el material que se prescribe y su normativa en cuanto a instalación, ponemos a su alcance varias opciones gratuitas de formación.



#### Asistencia e instrucción a pie de obra

¿Tiene preguntas relativas a la instalación de nuestros sistemas? Le visitaremos gustosamente para darle una instrucción cualificada a pie de obra.





### Todos los detalles constructivos para sus proyectos

Disponga de todas las facilidades para realizar sus proyectos. Le proporcionamos una amplia gama de recursos constructivos: bloques CAD, familias BIM completas, pliegos de condiciones, banco de precios, etc.



### Soporte BIM

Beneficiarse de todos los servicios BIM que nuestro departamento pone a su disposición desde un modelado para sacar despiece detallado hasta trabajar de forma conjunta para una integración BIM en su proyecto. Así mismo, pregunte por las formaciones que podemos adaptar a sus necesidades.



#### Familias

Disposición de familias BIM completas y funcionales para sus proyectos.



#### Integración

Formamos parte de su grupo de trabajo. Trabajamos de manera colaborativa dentro de su equipo para integrar nuestras soluciones en su proyecto BIM.



#### Modelado

Trasparamos sus planos CAD a modelos BIM. Ya sea para realización de proyecto, como para presentación de los planos As-built.



#### Asistencia

Disponemos de BIM Manager, que podrá dar solución a cualquier duda que le surja durante su proyecto MEP.



#### Formación

Dirigida a técnicos o delineantes de instalaciones para conocimiento de las instalaciones y correcto uso de las familias BIM REHAU. Posibilidad de formación introductoria al software REVIT para empezar a realizar sus proyectos.

**Diseño exitoso gracias a REHAU**

Las impresionantes posibilidades de las soluciones basadas en polímeros abren a nuestros clientes y a los consumidores finales un fascinante abanico de ventajas potenciales. Tanto los arquitectos, prescrip-tores y usuarios, así como los inversores y distribui-dores se benefician de nuestras soluciones de sistema óptimamente orientadas hacia sus necesidades.

REHAU es un partner competente en materia de temas de futuro ecológicos y económicos, tales como el aprovechamiento y el transporte de calor desde instalaciones solares térmicas, de modernas plantas de cogeneración o del calor residual industrial y el calor emitido por plantas de biogás. Como ofertante de productos premium, no solo le ofrecemos soluciones en forma puramente de producto, sino también un amplio servicio y soporte.

Ya en la fase de diseño, REHAU se pone a su disposi-ción como partner, desde la planificación técnica hasta la elaboración de ofertas. Nos centramos tanto en la eficiencia energética, la sostenibilidad y la rentabilidad de su proyecto como en la implementación técnica.

Nuestro departamento técnico le ayudará con el dimensionado preliminar y de anteproyecto relativo al proyecto así como con el diseño detallado.

Con esta fin le rogamos que cumplimente el corres-pondiente formulario del edificio y lo envíe online a su delegado REHAU.



**Engineering progress**  
Enhancing lives

**Soporte técnico en proyecto / Check-list**  
para los sistemas District Clima RAUTHERMEX / RAUVITHERM

Por favor, rellene el formulario y envíelo a su delegado REHAU. Tengas en cuenta que nuestro asesoramiento se basa en los datos facilitados por usted y en las normas técnicas pertinentes. Utilice los documentos para comprobar si los datos y resultados son válidos para su proyecto de construcción. Tengas en cuenta que deben respetarse las especificaciones de la información técnica vigente sobre los productos utilizados. Los servicios de planificación adjuntos a esta carta son gratuitos para usted y se basan en nuestras condiciones de entrega y pago, que puede consultar en: <http://www.rehau.es>.

**Datos del cliente**

Propiedad     Ingeniería     Instalador     Otros: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Persona de contacto: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

E-Mail: \_\_\_\_\_

**Datos proyecto**

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_

Propietario del edificio: \_\_\_\_\_

Fase proyecto:     Conceptual     Diseño     Ejecución

**Alcance del soporte en proyecto**

Hidráulico     Pérdidas térmicas

Listado material     Banco de precios     Otros: \_\_\_\_\_

**Información proyecto**

Obra nueva     Edificios existentes     Mixto (Edificios de obra nueva + existentes)

Plano emplazamiento / Esquema trazado / Croquis (incluye escase)

Incluye ubicación de los sistemas de District Clima

Incluye ubicación de los consumidores

Incluye posición de la conexión al edificio / final de línea en la propiedad

Incluye información sobre si hay sótano / no hay sótano

con ruta (incluida la posible consideración de los márgenes de la carretera)

Incluye información de altura de punto alto / punto bajo    Punto alto = \_\_\_\_\_    Punto bajo = \_\_\_\_\_

Temperatura de diseño de la red en °C: \_\_\_\_\_

© Industria REHAU S.A.  
Polígono Industrial Camp Ral,  
Carreter Miquel Servet, 25  
08150 Olesa de Balneario,  
09/2023

Sujeto a cambios técnicos.  
Tengas en cuenta la información técnica del producto  
disponible en  
[www.rehau.com/rauthermex](http://www.rehau.com/rauthermex)

**Encuentre rápidamente el partner adecuado**

Para poder completar sus proyectos con una alta calidad y dentro del plazo necesita usted partners fiables y cualificados. Le prestamos asistencia para la formación, le ponemos en contacto con empresas especializadas, capaces de implementar óptimamente sus exigencias, y le ayudamos a encontrar expedidores de certificados energéticos.

**Partners de REHAU cerca de usted**

Le ponemos en contacto:

- Instaladores especializados REHAU
- Empresas especializadas en obra civil cerca de usted
- Ingenierías



La propiedad intelectual de este documento está protegida. Quedan reservados los derechos que resultan de dicha protección, en especial los de la traducción, de la reimpresión, del desglose de ilustraciones, de las radiodifusiones, de la reproducción por medios fotomecánicos u otros similares así como del archivo en equipos para el tratamiento de datos.

Nuestro asesoramiento verbal y por escrito acerca de las técnicas y condiciones de aplicación de nuestros productos y sistemas se basa en nuestra experiencia, así como en los conocimientos sobre casos típicos o habituales y se proporciona según nuestro leal saber y entender. El uso previsto de los productos REHAU se describe al final de la información técnica que trate del sistema o producto en cuestión. La versión actual correspondiente en cada caso está disponible en

[www.rehau.com/TI](http://www.rehau.com/TI). La aplicación, el uso y el tratamiento de nuestros productos están absolutamente fuera de nuestro control y, por tanto, son responsabilidad exclusiva del respectivo usuario o cliente. Sin embargo, en caso de producirse cualquier reclamación cubierta por la garantía, ésta se registrará exclusivamente por nuestras condiciones generales de venta, que pueden consultarse en [www.rehau.com/conditions](http://www.rehau.com/conditions), siempre y cuando no se haya llegado a otro acuerdo por escrito con REHAU. Esto también se aplicará a todas las reclamaciones de garantía con respecto a la calidad constante de nuestros productos de acuerdo con nuestras especificaciones. Salvo modificaciones técnicas.

[www.rehau.es](http://www.rehau.es)

© INDUSTRIAS REHAU, S.A.  
Miquel Servet, 25  
08850 Gavà (Barcelona)

817602 ES 03.2022